

المجلد 21 - العدد 9  
سبتمبر (أيلول) 2005

SCIENTIFIC  
AMERICAN

September 2005



نوابت هيزيانية متغيرة



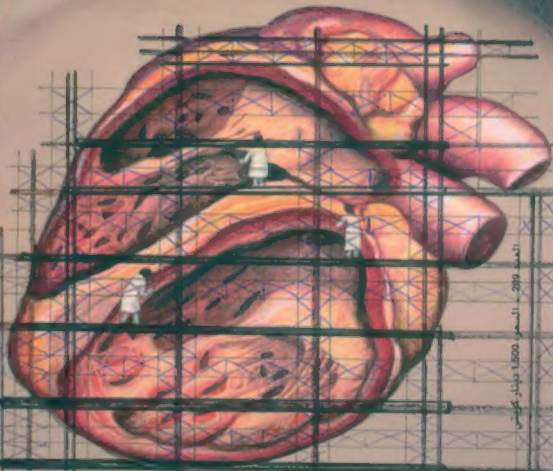
توجه جديد في معالجات  
مرض باركنسون



نحو سيارات تعمل  
بخلايا الوقود الهيدروجيني

# مجلة العلوم

الترجمة العربية في مجلة ساينس فيكتوريال  
تحت إشراف ريتش في دوتس أكوريت عن  
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي



العدد 299 - السعر 1,500 دينار كويتي

## ترميم القلوب المحطمة

## تقنية في سراعمة

## الغفالات

## ترميم القلوب المحطمة

&lt;S. كوهين&gt; - &lt;D. ليور&gt;

محمود شعبان - رياض الطريزي

يرشك الحقل البازغ لهندسة النسخ أن يحقق أحد أكثر أهدافه طموحاً:  
بناء رقعة حية للقلب البشري.



4

## تقليص حجم الدارات بالماء

&lt;B. ستس&gt;

محمد ديس - جاتم النجدي

يعد مصنعو أشباه الموصلات إلى تغليس منتجاتهم في سائل من أجل  
الحصول على شبيات أسرع وأصغر وأرخص.



12

## نحو سيارات تعمل بالهيدروجين

&lt;S. اشلي&gt;

نزار الويس - فاروق بدرخان

يطور صانعو السيارات أساطيل منها تعمل بوقود هيدروجيني نظيف، لكن هناك عوائق  
تقنية وتسويقية أساسية سوف تحول دون وصول مثل هذه السيارات إلى صالات  
العرض لسنوات عدة.



16

## توجه جديد في معالجات مرض باركنسون

&lt;M. A. لوزانو&gt; - &lt;S. K. كاليا&gt;

زياد القطب - عدنان الحموي

ثمة اكتشافات جينية وخلوية حديثة بين التقدمات في تحديد معالجات مصونة  
بخصوص هذا الاضطراب المتزايد انتشاره.



24

## ثوابت فيزيائية متغيرة

&lt;D. J. بارو&gt; - &lt;R. J. ويب&gt;

أحمد فزاد باشا - إبراهيم يلال

من المفارقات، أن الثوابت الفيزيائية التي تحدد الكيفية التي تعمل الطبيعة وفقها  
ربما تغيرت عبر بلايين السنين محدثة آثاراً عميقة في الكون.



32

مجلة العلوم، يصور شهرياً في الكويت منذ عام 1988 من «مؤسسة الكويت لتقدم العلمي»، وهي مؤسسة أهلية ذات نفع عام يرأسها صاحب السمو أمير دولة الكويت. وقد أنشئت عام 1976 بهدف التعاون في التطوير العلمي والتحصي في دولة الكويت والوطن العربي، وذلك من خلال دعم الأنشطة العلمية والاجتماعية والثقافية. «مجلة العلوم» هي في ثلاثة أبعاد: محتوى، ترجمة، وأساليب، «المرئيات» التي تكثر من أهم المجالات العلمية في عالم اليوم وتدعم هذه المجلة منذ نشأتها عام 1985 إلى أن تكون القارئ، فهو الشخص من متابعة تطورات معارف عصره العلمية والثقافية. وتوفر معرفة شاملة للقارئ، الشخص جاز موضوع تخصصه. تصدر «أساليب» «المرئيات» بشكلي عبارة لغة عالية وتلخيص يعرفها القليل المواد العلمية المتقدمة واستخدموا القليل للصور والرسوم القوية والبدائل.

## 46 بدايات الفكر الحديث

<K> وروك>

خضر الأحمد - عدنان الحموي

اكتشافات حديثة مثيرة للجدل توحي بأن تفكيرنا الرمزي (الاعتماد على الرموز)، الذي كان يُظن أنه ظهر لدى نوعنا البشري قبل نحو 40 000 سنة، قد نشأ في الواقع قبل ذلك بكثير.



## 56 تكوين أسنان في أنابيب الاختبار

<P> شارب> - <S.C> يونك>

أحمد اللؤلؤ - صبيح الصباغ

إن تصنيع أسنان بديلة حية سوف يطلق ثقافة تصنيع أعضاء أكبر حجماً من عقالها بينما يفقد طب الأسنان إلى عصر طب تجديد.

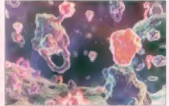


## 64 أجسام نانوية

<W.W> كيبس>

قاسم السارة - زياد الفشب

ربما تتمكن «أجسام نانوية» ضئيلة الحجم مستخرجة من الجمال من معالجة مجموعة كبيرة من الأمراض بتكلفة أقل من تكلفة المعالجة بالأدوية.



## 46 اسألوا أهل الخبرة

- ما دور الزمر (الفصائل) الدموية المختلفة؟
- لم يعتبر ضغط الدم السوي أقل من 90/120، ولم لا تتغير هذه القراءة تبعاً لطول الشخص؟
- كيف يمكن استرجاع الملفات الحاسوبية التي جرى حذفها؟

## 40 استبصارات

تعلم «حيتا شارون» [استاذة الطب السريري] جيلاً جديداً من الأطباء كيفية الإصغاء إلى ما يسرده مرضاهم ضمن شكاويهم.

## 42 جولات سياحية

زيارة العالم من خلال جولة في «عالم البيوسفير 2».

## 70 أخبار علمية

احتراق كواكب عملاقة حتى قلوبها الصخرية

## 44 إشهار حقوق مدعاة

تقدم مجموعة «التشارك الإبداعي» أسلوباً لحماية الحقوق الفكرية ولتشجيع التشارك على الإنترنت.

## ترميم القلوب المحطمة<sup>(١)</sup>

يوشك البيولوجيون والمهندسون في حقل هندسة النسيج على تحقيق واحدٍ من أكبر أهدافهم، وهو بناء رقعة حية من القلب البشري.

<5 كروم> - <5 ليور>

كان التطلع إلى «بناء» أي نوع من النسيج الحية خارج الجسم أمراً غير مألوف قبل 15 عاماً، لكن منذ ذلك التاريخ استعصر علماء بيولوجيا الخلية وهندسة المواد أفكاراً وتقنيات غير اعتيادية من خلال مجالات تخصصهم لمواجهة هذا التحدي، وأحرزوا تقدماً كبيراً. وعلى مستوى التعاون الخاص بنا، على سبيل المثال، فإن المبادئ الهندسية أدت دوراً حاسماً في تمكيننا من تطوير سقالة scaffold شجعت الخلايا القلبية والأوعية الدموية على أن تنمو حتى في المنطقة الميتة من الاحتشاء.

### وضع الأساس<sup>(٢)</sup>

إن احتشاء العضلة القلبية myocardial infarction، المعروف عند العامة بالنوبة القلبية، يحدث بسبب انسداد مفاجئ في أحد الأوعية الدموية الرئيسية (التي تغذي البطن الأيسر) بجلطة دموية، مسببة حرمان جزء من العضلة القلبية من الدم، ومن ثم من الأكسجين، وهذا يقتل خلايا العضلة القلبية cardiomyocytes. القدرة على التقلص، مخلفاً بقعة من النسيج الميت (الاحتشاء)، تعتمد مساحتها على حجم المنطقة التي كانت تتغذى بهذا الوعاء المسدود.

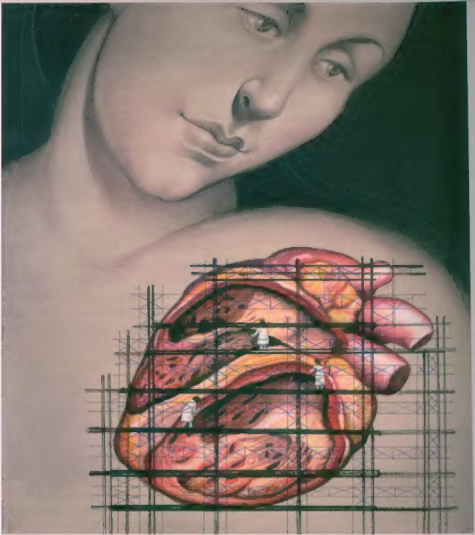
ونظراً لندرة انقسام خلايا العضلة القلبية، فإن الخلايا العظمية السليمة التي نجت من الاحتشاء لا تستطيع أن تتكاثر، ومن ثم لا يمكنها أن تعيد احتلال المنطقة الميتة. كما أن الخلايا الجذعية المحلية local stem cells، التي تعمل كطليعة لخلايا جديدة في نسيج أخرى، ثبت أنها غير قادرة على شفاء الجرح القلبي بنفسها. وعوضاً عن ذلك يتم تدريجياً نسيج ليفي غير مقلص مكان خلايا العضلة القلبية الميتة بسبب الاحتشاء. كما قد تموت خلايا العضلة القلبية السليمة الموجودة أيضاً على حدود منطقة الاحتشاء، فتتسع تلك المنطقة، وتعرف هذه الآلية بتغيير الشكل remodeling، حيث ترق جدران البطن الأيسر في منطقة الاحتشاء وتتمدّد، وقد تتمزق [انظر الشكل في الصفحة 7].

إن القلب الذي حطمه الحب يشفى عادة مع الزمن، لكن التلف الذي يصيب العضلة القلبية بسبب نوبة (هجمة) قلبية heart attack يتفاقم بشكل مطرد. وعلى عكس الكبد والجلد، فإن النسيج القلبي لا يتجدد، وإذا فإن الندبة التي تخلفها نوبة قلبية تبقى منطقة ميتة غير قادرة على التقلص noncontractile.

إن الندبة التي تعرف بالاحتشاء infarct تعوق التقلصات المتزامنة التي تبديها العضلة القلبية، وتزيد من الإجهاد الواقع على الأجزاء السليمة من العضلة القلبية، مسببة المزيد من موت الخلايا والمزيد من تشويه جدران القلب. ويمكن لدورة التدهور هذه أن تضاعف حجم الاحتشاء خلال أشهر فقط.

إن المداخلات الطبية تسمح لبعض المرضى بتجاوز النوبة القلبية، لكن ثلث عددهم على الأقل يعانون ضعفاً ثابتاً في قلوبهم المتأذية، يدعى فشل القلب heart failure، الذي لا شفاء منه حالياً إلا بزراعة قلب جديد، وهي عملية معقدة ومكلفة، ويحدها ندرة عدد المانحين (المبرعين). فعلى سبيل المثال، كان في الولايات المتحدة عام 2004 أكثر من 550 000 حالة جديدة من فشل القلب، لكن أجريت فقط 2000 عملية زراعة قلب، أما البقية الباقية من المرضى فإن نوعية حياتهم ستتدهور و40% فقط منهم سيبقون على قيد الحياة خمس سنوات بعد النوبة الأولى.

إن استطاع الأطباء إصلاح احتشاء القلب البشري أو حتى إيقاف توسعه، فسيدلون حياة الملايين؛ لذلك أصبح إنشاء رقعة patch من نسيج قلب البشر هو واحد من أهم الأهداف الملحة لهندسة النسيج tissue engineering وأكثرها طموحاً. لا بد لآليات العضلة القلبية من أن تنظم بصورة متوازنة، ثم تقيم روابط مادية وعصبية فيما بينها بغية نقل الإشارات الكهربائية التي تمكن هذه الألياف من أن تزامن synchronize تقلصاتهما. أما نسيج الجلد والغضروف فهي أقل تعقيداً بكثير، وزراعتهما في المختبر أسهل أيضاً، فهي لا تحتاج إلى جملة وعائية داخلية internal vasculature. أما النسيج السميك مثل العضلة القلبية فإن إيجاد طريقة لإمماج المدد الدموي المطلوب في قطعة ثلاثية الأبعاد من هذه النسيج مازال يشكل عقبة كبرى.



هذه الخلايا المزروعة لا تستطيع الحياة في المنطقة المحتشبة كونها تفتقد البنية التحتية الحيوية التي تدعم الخلايا الحية بشكل طبيعي. تحوي النسيج السليمة ما يدعى المطرس (الملاط) البراني (خارج الخلايا) extracellular matrix الذي يحوي بروتينات بتيوية، مثل الكولاجين collagen وجزيئات سكرية معقدة تدعى عديدات السكريد potysaccharides، مثل كبريتات الهيباران heparan sulfate. ولهذا المطرس البراني تأثير مزيج، فهو يولد مواد كيميائية محرضة لنمو الخلايا ويقدم كذلك الدعم الفيزيائي لها. ومن خلال إدراك أهمية هذا المطرس البراني، دأب مهندسو

inflect zone (١٧)

في السنوات القليلة الماضية، حاول الباحثون إعادة إنشاء نسيج قس في المنطقة المحتشبة<sup>(١٨)</sup>، وذلك بنقل خلايا جذعية من نسيج آخر، مثل نقي العظام أو العضلات الهيكلية. وكان الأمل أن تتكيف هذه الخلايا مع محيطها الجديد وتبدأ بإنتاج خلايا عضلية قلبية ناضجة، أو على الأقل تحرض أي قدرة طبيعية للتجديد قد يمتلكها القلب، وليس، الحظ، كانت محاولات هذه الطريقة محدودة النجاح، حيث لم يكتب لعظم الخلايا الجذعية المنقولة فرصة البقاء، كما أن البقية التي تجمعت على حافة منطقة الاحتشاء فشلت في تحقيق تماس سادي مع النسيج السليم، أو فشلت في نقل الإشارات الكهربائية التي تسمح للخلايا القلبية بأن تزامن تقلصاتها.

التاجعة عن تقويضها أن تسبب فاعلا التدهايا نسيجا موضعيا وأن تؤثر في الوقت نفسه في بقيا الخلايا المزروعة. أما المواد الهلامية التخليقية الجديدة ذات الأساس المائي فهي بعيدة عن معظم هذه العوائق، وتشابه في بنيتها مع المطرس البراني الطبيعي. لكن مازالت هذه الهلاميات المائية hydrogel تفتقد بعض الخصائص الكيماوية الموجودة في بروتينات المطرس البراني الطبيعي، مثل الكولاجين، التي تزود الخلايا بالإعازات الوظيفية المهمة.

إضافة إلى الكولاجين، فإن بروتينات مطرسية برانية أخرى مثل الفبرونكتين fibronectin قد اختبرت أيضا كمواد لبناء السقالة. ومع أن هذه البروتينات تحوي الحموض الأمينية التي تلتصق بها الخلايا عادة، فهي تفتقد القوة الكافية لدعم أعداد كبيرة من الخلايا، كما أن الكولاجين على الخصوص يستند بسرعة بواسطة إنزيمات في الجسم. إضافة إلى ذلك، فإن البروتينات، تبعاً

## إن الخلايا المزروعة لا يمكنها أن تترعرع في منطقة الاحتشاء بسبب فقدان تلك المنطقة للبنية التحتية الطبيعية التي لا غنى عنها.

لصادرها، قد تؤثر الرفض المناعي الذي يضيف مخاطر إضافية وصعوبات إلى حياة المرضى الذين يعانون أصلاً فشل القلب. لذلك قررنا أن نبني السقالة من نوع مختلف من الهياكل الطبيعية، هو **الألجينات** alginate، وهي عديد سكري<sup>(\*)</sup> مشتق من الطحالب. إن هذه المادة متوافقة حيويًا biocompatible، بمعنى أن الجسم الحي يتقبلها من دون أن تثير جهازه المناعي. وعندما نذيب نوعاً خاصاً من الألجينات في الماء وتتعرض لأيونات (شوارد) الكالسيوم ذات الشحنة الموجبة فإن جزيئاتها ترتبط فيما بينها لتشكّل هلاماً مائياً؛ يشكل الماء 98% منه، ويحمل قوام الهلام ومرونة المطرس البراني الطبيعي.

لكي نستخدم الهلام المائي للألجينات كسقالة نحتاج إلى إعطائه شكلاً خارجياً وبنية داخلية. وفي الوقت نفسه نعرز قوته الميكانيكية، بحيث يحافظ على شكله تحت وطأة نقل الخلايا «المجذورة» seeded cells. وللوصول إلى هذا استتبطينا تقنية جديدة لزيادة صلابة الألجينات، استلهمت من المبادئ الهندسية.

بداناً بسكب محلول الألجينات في تشكيلات من القوالب، ثم جمعت بثلاث طرق تبريد مختلفة، أنتجت كل طريقة منها تدرجاً gradient حراري متبايناً داخل المحلول أثناء التجميد. وفي جميع النماذج المتجمدة الثلاثة، اشتملت البنية الناتجة على بلورات شجبة

Polysaccharide (\*)

Overview Mending Hearts (٤)

النسيج على النحو الذي يبحث عن بديل يعمل كاربضية لتعمية النسيج الحي. إن مثل هذه المادة تستطيع أن تشكل سقالة لدعم الخلايا وتسمح لها بالنمو والانقسام وتنظيم نفسها في نسيج ثلاثي الأبعاد، كما هي الحال في الطبيعة. إن هذه البنية قد تحل مشكلة ارتحال الخلايا المزروعة بعيداً عن المنطقة المتقبدة. لكن بعد أن تستقر الخلايا وتبدأ بإفراز مطرسها الخاص فعلى السقالة أن تتلاشى، ولا تخلف وراءها إلا نسيجاً سليماً. ولعل الشيء الأكثر أهمية هو أن تنشّط هذه السقالة – أو على الأقل تتيح – النمو السريع للأوعية في داخل النسيج الجديد. فالأوعية الدموية – التي تنقل الأكسجين لكل خلية وتنقل فضلاتها بعيداً – ضرورية لبقاء الخلايا المزروعة بعد نقلها إلى العائل (المضيف) الحي.

في نهاية الثمانينات من القرن الماضي، كان من دواعي سرور <كوهين> [وهي أحد مؤلفي المقالة] أن عملت مع «> لانجر» [أحد رواد مجال هندسة النسيج] (انظر: <هندسة النسيج: التحديات المقبلة>، العدد 2 (2000)، ص 65) في مختبرة بمعهد ماساتشوستس للتقانة. في ذلك الوقت، كانت فكرة بناء نسيج حي ضارياً من الخيال ومستبعدة من الكثيرين. فضلاً عن ذلك، كان علم الخلية حكراً على علماء الأحياء، وكنا مهندسين كيميائيين. لكن تلك الحقبة زخرت بالاختراقات العلمية في كلا المجالين، حيث اكتسب علماء الحياة تبصرات جديدة حول التآثر بين الخلايا والمادة. وفي الوقت نفسه توصل المهندسون إلى القدرة على تخليق أنواع جديدة من الهوليمرات (المكثورات). وفي العشرين سنة الأخيرة اُختبر المهندسون تشكيلات واسعة من المواد التخليقية synthetic والطبيعية، لبناء منصة مثالية للخلايا الحية تنمو فيها وتتكاثر مكونة نسيجاً عاملاً functioning tissue.

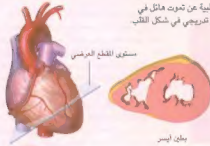
ومن بين أكثر المواد التخليقية شهرة **البوليستر** polyester القابل للتقويض (للتدرك) والذي يحتوي على **لاكتيد** lactide أو **جليكوليد** glycolide أو كليهما. وعلى الرغم من ثبوت سلامة هذه المواد داخل الجسم البشري، فثمة عوائق عديدة: فمعظمها كاره للماء، ولذا فإن الخلايا الحية لا تلتصق بها بشكل جيد، والسقالة المصنوعة منها تميل إلى التفتت وليس إلى التقويض الطرد، ويمكن للمواد الحامضة

## نظرة إجمالية/ ترميم القلوب<sup>(٥)</sup>

- إن العضلة القلبية المتقبدة سنووي بالقلب إلى فشل لدى ملايين الناجين من اللقوة القلبية ما لم نستطع استعادة المنطقة المتقبدة أو نستبدل بها نسيجاً جديداً.
- إن بناء نسيج حي قد جمع بين معارف علماء الأحياء حول سلوك الخلايا وبين البراعة الهندسية لتكمياتي المادة.
- مهندسو النسيج الذين صاروا قانرين على تجديد العضلة القلبية في الكائن الحي، يقومون الآن بتطوير معارفهم بهدف تركيب عضلة قلب فاعلة في المختبر.

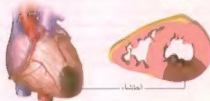
## فشل القلب: من الأزمة إلى المرض المزمن

قد ينجم فشل القلب الذي يعقب احتشاء العضلة القلبية عن تموت هائل في النسيج أثناء نوبة قلبية، ولكنه غالبا ما ينجم عن تغير تدريجي في شكل القلب.



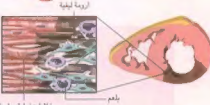
### قلب سليم

يضخ البطين اليسر للقلب الدم المؤكسد حديثا إلى بقية أنحاء الجسم. إن جدران البطين اليسر سمكة عادة وتحوي اليافا عضلية تدعى الخلايا العضلية.



### احتشاء حاد

عند انسداد أحد الأوعية الدموية المغذية للعضلة القلبية تموت الخلايا العضلية نتيجة الحرمان من الأكسجين، وتدعى المنطقة ذات النسيج العضلي الميت بالاحتشاء.



### تشكل الندبة

خلال ساعات أو أيام، تبدأ الإنزيمات في منطقة الاحتشاء بتقويض العضلات (الملاط) البروتيني. وتقوم البلاعم الكبيرة في نفس الوقت بالتهام الخلايا العضلية الميتة وتحل مكانها أرومات ليفية fibroblasts تفرز الكولاجين، يتحول الجدار العضلي السميك إلى جدار رقيق فاسي. وتستمر منطقة الاحتشاء، بالتمدد نتيجة موت الخلايا العضلية على حدود المنطقة المتندبة، ويتضاعف حجم الاحتشاء، خلال أشهر قليلة فقط.



### تغير شكل البطين

تصبح تقلصات القلب للشد متكلفة وصعبة، مثل مشية شخص إحدى ساقيه مثبتة في جبيرة. ولتعويس الإجهاد الإضافي قد يزداد سمك العضلة السليمة في البداية، غير أن زيادة الإجهاد تؤدي في النهاية إلى موت المزيد من الخلايا، وإلى تمدد جدار البطين وارتخاءه، وتقلص شريحيها عدم فترة القلب على ضخ الكميات الكافية من الدم إلى الجسم.

يؤثر بشكل حاسم في قدرة الأوعية الدموية الجديدة على اختراق النسيج المتشكل بعد زراعته في العائل. وأخيرا، فإن البنية الهندسية الفريدة لهذه السقالات، التي تشبه الرغوة أو خلايا النحل، تسهم في مقاومتها الميكانيكية. فمع أن الثقوب تشكل أكثر من 95 في المئة من حجم هذه السقالات، فإنه يمكنها تحمل ضغوط خارجية كبيرة.

وهكذا ملكتنا الآن القدرة على إنشاء سقالة لها الشكل والبنية المرغوبتان تماما، ولا تُفعل الجهاز المناعي، ومصنوعة من مواد طبيعية باستخدام الكيمياء غير السامة، ولها مائة ميكانيكية جيدة، وتتلاشى داخل الجسم ضمن فترة زمنية معقولة. ويبقى أن نرى هل

Heart Failure: From Crisis to Chronic Illness (14)

تفصل بينها جدران الجينية رقيقة. وعندما صعدنا بلورات الثلج إلى بخار حصلنا على سقالة تشبه الإسفنج تحوي ثقوبا دقيقة تعكس شكل البلورات. وكما كان متوقعا، وجدنا أنه باختلاف طريقة التجميد نستطيع أن نتحكم في كثافة الثقوب وحجمها واتجاهها ودرجة اتصالها معا [انظر الإطار في الصفحة 8].

إن الاتصال بين الثقوب أمر مهم وحيوي، فهو سيمكن الخلايا الحية عند "بدارها" الأولى في السقالة من العبور بسهولة خلال ثنائياها. فوجود الممرات السالكة والمتصلة يسمح بعبور المواد المغذية نحو الخلايا وخروج فضلاتها أثناء حضانتها، وهو أمر ضروري ومهم أيضا. كما تعلمنا أن التواصل بين الثقوب



بناء يشبه الإسفنج



سقالة الجينية

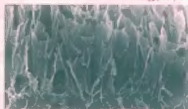


تزود السقالات الخلوية بالدعم الفيزيائي وترشدتها إلى تنظيم نفسها ضمن بناء نسيجي. في الأحوال المثالية، يشتمل التركيب في معمله على تقوب تتصل ببعضها اتصالاً وثيقاً، إقطاعها لا يقل عن 200 ميكرون (وهو الحجم الوسطي للأوعية الشعرية) حتى تسمح للأوعية الدموية بالنفاذ والخلابة بالناشر. ثم اختيارنا للأجبنات، المشتقة من الطماطم، كمادة لسقالاتنا، لشبهها الكيميائي بالطرس الجرائي الطبيعي. لكن كان علينا اختراع طريقة تحول المحلول المائي للرج للأجبنات إلى سقالة صلبة، بحيث نتحكم من السيطرة على شكلها [البسار القريب] وبنيتها الداخلية [البسار البعيد].

ولما كنا نعلم أن الماء، في الهلام المائي للأجبنات سيحول إلى بلورات ثلجية عند التجميد، وأن شكل البلورات قد يتأثر بشكل مثير باختلاف طرق التبريد، فقد جربنا تقنية التجفيف بالتجميد لإنتاج سقالاتنا. وكما كان متوقفاً، أنتج تجميد الهلام المائي للأجبنات بناءً يشبه الإسفنج، حيث تنفصل بلورات الثلج عن بعضها بجدران رقيقة من الأجبنات. ويتصاعد بلورات الثلج (تحولها إلى بخار) خلفت وراءها ثقوباً، ثابته أشكالها وأحجامها واتجاهاتها عاكسة اختلاف سرعة تشكل بلورات الثلج واتجاهها تبعاً لدرجة الحرارة المنخفضة من محلول الأجبنات إلى وسط التبريد [الأسفل].

## نظم التبريد

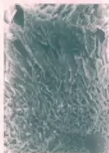
تبريد في حمام زيتي (في درجة حرارة -35 مئوية) يتكون الثلج على نحو أسرع في قاع العينة مشكلاً ثقوباً دقيقة ومتراسة بكثافة ومتصلة ببعضها، في حين تتشكل ثقوب متباعدة كبيرة فوقها مشبعة اتجاه جبهة التبريد.



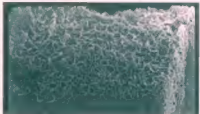
## الجمعية الهندسية للثقوب

إن قدرتنا على التخطيط والتحكم في بناء سقالاتنا - مستخدمين تقنيات التجميد هذه - مهمة جداً، لأن بنية الثقوب لها تأثير أساسي في وظيفة النسيج المتشكل. فالثقوب المتباعدة على سبيل المثال، قد تعرض على تشكيل الأوعية الدموية فعندما استخدمنا التبريد (الأزرق) السائل لصنع سقالات تحوي أوعية طويلة، ثم زرعناها بخلايا بطانية مرسومة بمادة مظلورة [اللون الأخضر في الأسفل]. فإن هذه الخلايا نمت نفسها خلال أسبوعين في بني تشبه الأوعية الشعرية.

تبريد بالتبريد السائل (في درجة حرارة -196 مئوية) يظهر تدرج مشابه لما سبق من القاع إلى القمة. تعزى الأشكال المعقدة للثقوب قرب قمة العينة إلى التبخر السريع للتبريد السائل مسبباً جهات باردة متعددة الاتجاهات مكان التقاء البخار البارد بمحلول الأجبنات.



تبريد في جفء درجة حرارة -20 مئوية يبرد محلول الأجبنات أولاً إلى درجة -10، ثم يدفأ فجأة إلى درجة -2، ثم يبرد بالتبريد إلى درجة -20. إن ظهور ذروة حادة على مخطط الحرارة يشير إلى فقدان الماء لحرارته واليد بالتأثير في الوقت نفسه في العينة كلها، وهذا يعكس تماثل الثقوب المنتشرة ببعضها.



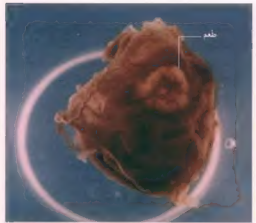


## زراعة السقالات في القلوب الحية.

قمنا بإجراء عملياتنا الجراحية تحت التخدير على فئران بالغة عانت احتشاء عضلة قلب البطين الأيسر قبل سبعة أيام. كان من السهل رؤية منطقة الاحتشاء لدى جميع الفئران، حيث كنا نرى بوضوح ندبة شاحبة غير متقلصة. وضعنا سقالاتنا في هذه المناطق المحتشية مباشرة، ثم أغلقنا الشق الجراحي وانتظرنا.

بعد شهرين، كشفنا عن قلوب الفئران وذهلنا بالتمو الكبير للأوعية الدموية الجديدة الزاحفة من النسيج القلبي السليم نحو الطعوم الحيوية المزروعة [انظر الشكل في هذه الصفحة]. إن الطعوم القلبية المهندسة قد اندمجت بشكل جيد في النسيج النديبي، وبدأت السقالات الأليمنية بالذوبان، مع ظهور مطرس براني طبيعي مكانها. لقد تطورت الخلايا القلبية الجنينية إلى الياف عضلية ناضجة، وانتظم بعضها في بنى متوازية مشابهة لألياف النسيج القلبي الطبيعي. وكانت الروابط الميكانيكية والمشابك الكهربائية electrical synapses الضرورية لتقلص الخلايا القلبية ونقل التنبيه العصبي موجودة أيضاً بين الألياف.

قبل الزراعة، قمنا بقياس وظيفة قلوب الفئران مستخدمين تخطيط صدى القلب echocardiography وفعلنا الشيء نفسه مع مجموعة شاهد control group من الفئران المصابة باحتشاء. سيُجرى لها جراحة صورية لكن بدون زراعة. وبعد شهرين، قمنا بفحص قلوب جميع الفئران مرة ثانية باستخدام تخطيط صدى القلب، حيث وجدنا



سقالة مزروعة بالخلايا، نشاهد هنا بعد شهرين من زراعتها في قلب فار. وقد اندمجت في المنطقة المحتشية، حيث نقلت الأوعية الدموية المحلية إلى الطعم بوفرة وحافظت على الخلايا القلبية الناضجة داخل السقالة ومنعت الاحتشاء من التوسع.

ستجد الخلايا الحية سقالاتنا هذه بديلاً مقبولاً للمطرس البراني. في حالة حدوث احتشاء فعلي.

## بناء النسيج

## لقد أنجزنا الهدف الأول - حمينا قلباً - عانى الاحتشاء ومنعنا المزيد من التدهور.

في المجموعة الشاهدة السيناريو النموني لتدهور الوظيفة القلبية، من توسع ملحوظ في البطين الأيسر ونقص واضح في وظيفة القلب. وعلى النقيض من ذلك كانت المجموعة التي أجريت لها الزراعة، حيث كانت النتائج قريبة مما هي عليه بعيد الاحتشاء مباشرة، فحجم البطين الأيسر وشغافة جدران وكذلك وظيفته، جميعها لم تتبدل.

لقد وصلنا إلى هدف ينسب لهذا البحث وهو حماية قلب عانى الاحتشاء ومنع مزيد من التدهور الذي يمكن أن يقود إلى فشل هذا القلب. لكن تبقى أسئلة كثيرة من غير إجابة. فآلية التي بواسطتها حمت هذه المعالجة العضلة القلبية ما زالت غامضة. كون النسيج الطعم لم يشارك بعد في التقلصات القلبية. ويبدو أن الطعم قد ساعد على منع التقيير المعتاد في شكل البطين، من خلال منع الاحتشاء من التوسع وتضييق جدران القلب اصطفاً في المنطقة المحتشية.

كما نعتقد أن نمو أوعية جديدة في منطقة الاحتشاء قد أسهم

قبل أن نزرع سقالاتنا في حيوانات التجريب. أردنا أن نرى كيف تستجيب خلايا القلب للاليجينات في الزجاج، أي خارج الجسم. لذا أخذنا خلايا من قلوب أجنة الفئران - وهي على عكس خلايا العضلة القلبية الناضجة تبقى لديها القدرة على الانقسام - وعلقت في وسط سائل يحوي مواد مغذية. بعدها سرّب المعلق إلى داخل سقالة مدورة قطرها 6 ملمترات وارتفاعها ملمتر واحد. وبمساعدة قوة نابذة centrifugal بسيطة، نفذت الخلايا بسرعة من خلال ثقوب السقالة. منتشرة بانتظام في أقل من نصف ساعة.

إن للسرعة أهمية كبيرة في الحفاظ على حياة الخلايا. لأنها حساسة جداً لنقص الأكسجين. كما أن الانتشار المتجانس يمكننا من تحميل السقالة أعداداً كبيرة من الخلايا. وكانت النتيجة أن كثافة الخلايا في سقالاتنا بلغت  $10^6$  خلية في السنتيمتر المكعب الواحد، وهي مشابهة لكثافة خلايا العضلة القلبية الطبيعية الناضجة.

نقلنا سقالاتنا بما فيها من خلايا مزروعة إلى حاضنة خاصة دعيت المفاعل الحيوي bioreactor يوفر رطوبة وظروفاً بيئية مثالية. في الوقت الذي كنا نرعى داخل السقالات وما حولها وبشكل متواصل بوسط يحوي مواد مغذية. كنا نراقب استقلاب (أيض) الخلايا عن قرب، وبعد 48 ساعة فقط اكتشفنا خلايا عضلية قلبية نابضة. وبعد سبعة أيام، حان وقت اتخاذ الخطوة التالية، وهي

الرفض المناعي، قد تستخدم الخلايا الجذعية للمريض نفسه والمستخلصة من نقي العظم أو العضلات أو النسيج الشحمي، أو خلايا جذعية مضيعة يمكن استنباطها من خلايا المريض بطريقة الاستنساخ العلاجي therapeutic cloning. وقد نستطيع مستقبلا عزل خلايا جذعية قلبية محلية.

## طرق ترميم القلوب<sup>(٦)</sup>

لقد كان التقدم الذي أحرزناه مشجعاً، وادى إلى اقتراح عدة طرق ممكنة لاستخدام سقالاتنا الأليجية بنية حماية وتجديد القلوب المتأذية باحتشاء العضلة القلبية. وخلال ثلاث سنوات، على سبيل المثال، نعتقد أننا سنكون مستعدين، بالتأكيد، لاختبار استخدام السقالات الأليجية غير المبيورة unseeded alginate scaffolds عند البشر العصامين باحتشاء العضلة القلبية، حيث أكدت تجاربنا الأخيرة على الخزائن ما سبق أن لاحظناه في الفئران، من أن السقالات الأليجية وحدها (بدون الخلايا) منعت الاحتشاء الجديد من التوسع وجدار البطين من تغير شكله. ونتيجة لذلك قد تستطيع السقالات غير المبيورة وحدها أن تقي بشكل فاعل من نشوء فشل قلبي عند مرضى لم تصب قلوبهم بتغير مهم في الشكل بعد.

إن القدرة الواضحة للأليجيات على رعاية تشكيل أوعية جديدة تشير أيضاً إلى إمكانية زيادة فرص البقاء للخلايا المزروعة، حيث تُزرع السقالة أولاً في المنطقة المحتشية، وينتظر حتى تتكون الأوعية الدموية، ثم بعدما نزرع الخلايا في السقالة. لقد جربنا ذلك لتشكيل نسيج في كائن حي (الفئران)، وكانت النتائج واعدة. وقد حُفِرَت تكون الأوعية بصورة كبيرة عندما أمُجِعت في السقالات كريات مجهرية تُحرَّرَ بشكل مسيطر عليه عوامل نمو [انظر الشكل في هذه الصفحة]. لكننا لسوء الحظ لاحظنا أن إنشاء الأوعية المسبق prevascularization في السقالات ينقص الحيز المتوفر للخلايا المزروعة. لذا نعمل الآن على تحسين قدرتنا على موازنة التشكل الوعائي باستخدام أنماط مختلفة من عوامل النمو.

في الوقت الحاضر، مازالت الطرق المستخدمة لبناء النسيج في الزجاج تتبع سيطرة أكبر على شكل النسيج وتركيبه ووظيفته. يضاف إلى ذلك، حاجتنا إلى استبدال قطعة متكاملة من القلب في حال تمزق الاحتشاء، حيث نحتاج إلى رقعة حقيقيّة من النسيج تملأ الفجوة المتشكلة، علماً بأن زراعة سقالة مثقبة وفارغة في هذه الحالة لن تجدي نفعاً، لذلك مازالت نواجه عقبة الحفاظ على النسيج المزروع حياً ريثما يصبح تشكل الأوعية كافياً. ومن خبرتنا المكتسبة، فإننا نبحث الآن إمكانية إيجاد طعم سبق إحداث جملة وعائية فيه.

لقد تمكنا من إنشاء مهد من الأوعية الشعرية capillary bed من



كريات مجهرية يمكن دمجها في السقالة من خلال مزجها بالحللول الأليجي قبل عملية التجفيف بالتجميد. هذه الكريات المجهرية التي لا يزيد قطرها على ثلاثة ميكرونات تُسرَّح لتشكيل الأوعية الدموية من خلال تحريرها عوامل النمو من دون أن تسبب أية إعاقة.

بشكل كبير في إعطاء التدهور النسيجي. لقد كانت الأوعية الدموية الجديدة كثيرة في عددها وكبرها في حجمها عندما كانت السقالات مسكونة بالخلايا المزروعة. لكن إحدى المفاجآت في هذه التجارب تمثلت في تشجيع السقالات غير المزروعة بالخلايا أيضاً على تشكيل أوعية دموية جديدة في منطقة الاحتشاء.

من الممكن أن تكون السقالات الأليجية قد شجعت على نمو أوعية جديدة عن طريق تلميع الدم لهذه الأوعية أثناء اختراقها للمنطقة المتأذية. كما أننا نتوقع أن مادة الأليجيات نفسها قد تسهم في استئثار الخلايا الجذعية كي تساعد على التجديد، لأن التركيب الكيميائي للأليجيات يماثل تركيب كبريتات الهيباران heparan sulfate، وهذا الأخير عديد سكري مهم موجود في الطرس البراني الطبيعي، واختبار هذه الفكرة تمنا مؤخرًا بمحاولة حقن الهلام المائي للأليجيات مباشرة في منطقة الاحتشاء عند الفئران، فثبت أن هذه الأليجيات، حتى في شكلها المائي، قد حافظت على بنية البطين ووظيفته. ويبدو أنها عملت كبديل للطرس البراني. حيث حُرِّضَت على تشكيل أوعية جديدة angiogenesis.

وبالطبع، فإننا وبقية الباحثين في هذا الحقل نعمل أيضاً على تحديد مصادر محتملة للخلايا القلبية من أجل استخدامها في الزراعة عند البشر. وكون الخلايا القلبية الناضجة للمريض نفسه لا تنقسم يضعها خارج الخيارات المطروحة. إن مصادر الخلايا المتبرع بها والتي يمكن تحويلها إلى خلايا عضلية قلبية ناضجة تتضمن الخلايا الجذعية الجنينية، والخلايا الجذعية «البالغة» adult المستخلصة من نقي العظام أو دم الحبل السري. ويبقى أن الجهاز المناعي يتعرف جميع الخلايا المتبرع بها على أنها غريبة، وهذا يضطرنا إلى استخدام الأدوية المثبطة للمناعة. ولتجنب مشكلة

## مقاربات لترقيع العضلة القلبية

يبحث معهد جورجيا للتكنولوجيا على نهج جديد لترقيع عضلة القلب باستخدام خلايا جذعية. يوقع خمسة أعضاء على البحوث ولكن من هذه النقطة، قد أتبعه ويكره المنصور، التي تكسب من كل طريقة مخبرية منه على تقديم شجرة زرع

### المساوي

■ قلة من الخلايا يكتسب لها البنية  
■ الخلايا لا تنتج خلايا عضلية جديدة  
■ معانة وضعفا

### المزايا

■ سهولة الإيصال  
■ الخلايا الجذعية قد تحفز تشكل  
■ الطرس البراني والأوعية الدموية

### التحديات

■ خطر العدوى  
■ يتم إيصال الخلايا الجذعية أو الطبيعية إلى  
■ منطقة الاحتشاء بواسطة القاطرة أو الحقن  
■ مباشر



■ خلايا تصنعها في حلة وعاء، وإذا  
■ فإن ما يحصل عليه هو حبة رقيقة  
■ وضعف من النسيج  
■ حصة جدا

■ النمو في الحدر سهل نسبيا  
■ أكثر شيئا من طريقة حلق خلايا منفردة

### النسج المروّع

■ تُنمى خلايا العضلة القلبية على شكل صفائح  
■ رقيقة ثم تظم في طبقات لتشكيل رقة نوع  
■ حر حية



■ الفترة الزمنية التي تقضي بها  
■ الخلايا وينتج شكل لأوعية الدموية في  
■ النسيج تنسج موت الخلايا

■ يدعم هذا التركيب تعضي (تضميد) الخلايا  
■ OEC origin: cell growth على شكل الأوعية  
■ قد تحفز مواد جديدة على تشكل الأوعية

### أسفلات المظلة

■ تنمو الخلايا في سقالات ثلاثية الأبعاد مصنوعة من  
■ بوليمرات تخليقية أو طبيعية، ثم توضع في انفاصل  
■ النسيج



■ عائل الأسفلات في مرحلة الأوعية  
■ وملائمة معالج إلى إشارات جدرانها في  
■ للقلب الحي

■ تشكل من ترصيع سجاد متعددة من  
■ الخلايا بشكل دقيق  
■ لخلايا حرية الحركة والتعضي

■ الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد  
■ يقوم جهاز يشبه نافثة الصر بتوزيع طبقات من  
■ الخلايا بملق في الهلام المائي بالشكل المرغوب، ثم  
■ يحمى التركيب، ثم يزرع جراحيا



■ التحكم في تشكل النسيج معقد

■ سهولة الإيصال  
■ تعريض الترميم في خلال الترويض بتدليل  
■ مؤلف للطرس (للأسفلات) البراني

### سقالات قابلة للحفر

■ يحقن الهلام المائي ببوليمر، سواء وهد أو بما  
■ يحويه من خلايا معلة، في منطقة الاحتشاء  
■ بواسطة القاطرة أو الحقن المباشر



### المؤلفان

Smadar Cohen • Jonathan Leor

تعارف ه ستوات رقية اصطناع رقة عضلية للقلب كوهين استأثرت في قسم  
التشخيصات الحيوية بمساعدة من كورويو، تدرس كيف تشكل الخلايا بالنبهات  
الخارجية. وقد قامت أيضا بتصميم وتخليق بوليمرات من مواد حيوية تستخدم  
في هندسة النسيج وفي إيصال الأدوية على نحو يمكن التحكم فيه. أما ليور  
فطبيب قلب في مركز شيمو الطبي، وهو مدير معهد الأبحاث الطبية التابع لجامعة  
تل أبيب. لقد بقعه اهتمامه بمصاعف احتشاء العضلة القلبية المعاد إلى الموت  
عن إسكان تصفيد العضلة القلبية من خلال زراعة الخلايا وهندسة النسيج  
والعلاحة الحيوية

### مراجع للاستزادة

Taloring the Fore Architecture • 3-D A ginate Scaffolds by  
Controlling the Freezing Regime during Fabrication. Sharon Zmora  
Rachel Givicki and Smadar Cohen in *Biomaterials*, Vol. 23, pages 4087-  
4094, October 2002

Tissue Engineering: Current State and Perspectives. Erin Lavik and  
Robert Langer in *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 65,  
No. 1, pages 1-8; July 2004

Myocardial Tissue Engineering: Creating a Muscle Patch for a  
Wounded Heart. Jonathan Leor and Smadar Cohen in *Annals of the New  
York Academy of Sciences*, Vol. 1015, pages 312-319, May 2004

*Scientific American*, November 2004

خلال زرع خلايا بطانية endothelial cells (تلك التي تبطن جدران  
الأوعية الدموية الشعرية بشكل طبيعي) في سقالات الجينية، ثم حضن  
هذا التركيب في مفاعل حيوي. والخطوة التالية هي زرع الخلايا  
الطباية وخلايا العضلة القلبية معا في السقالات محاولين تشكيل أوعية  
شعرية داخل قطعة من النسيج العضلي القلبي. فإذا نجحنا يبقى  
علينا أن نراقب هل سيصبح هذا الهاد الشعري فعلا وظيفيا بعد  
الزراعة، وإن حدث ذلك هل سيتم بالسرعة الكافية فإذا اتصل  
بالحملة الوعائية المحلية بسرعة فإن فرص النسيج المزروع في البقاء  
ستكون معتارة

إن العديد من الباحثين الآخرين يعمل على تخليق تلك العقبة من  
خلال استنباط نسيج جرى تكوين الأوعية فيه مقدما، وذلك  
باستخدام تشكيلة من الاستراتيجيات المختلفة. ومع إقرارنا بأننا  
لسنا الوحيين الذين يحاولون هندسة نسيج قلبي، فإن أي طريقة  
ستثبت جدارتها سوف تطور هذا الحقل وتزيد من معارمه. قد  
تحتاج إلى 15 سنة أخرى للوصول إلى بناء قطعة حية لقلب بشري.  
لكن هذا الحلم لم يعد أمرا مستغربا قط

Approaches to Patching Heart Muscle •

## تقليص حجم الدارات بالماء

يعد مصنعو أشباه الموصلات إلى تغطيس منتجاتهم في سائل من أجل الحصول على شيبات أسرع وأصغر وأرخص.

١٠ سنكم

دو تعاضل الدارة على الرفافة لكر عة بة عمد وبحث مصممي معدات الطباعة الضوئية أثناء صنع آلة تصوير موجات طولها 157 نانومترا للانتقال من جيل طباعة ضوئية إلى آخر، يتطلب اعتماد نماذج جديدة من الليزرز والاقنعة (وهي صفائح كيميائية ذات مسامات تمثل الدارة ويمر ضوء الليزر من خلالها) والعبسات التي تُصنَّع حجم الصورة وتُقلَّل التعرُّض للضوء، إضافة إلى الألام الحساسات للضوء photosensitive وفي حالة الموجات التي يساوي طولها 157 نانومترا، لم تستطع شركات تصنيع التجهيزات أن تجد حلا لكيفية سبك عدسات من مادة فلوريد الكالسيوم بكون عموما، وتُسَوِّهاها الزيفية قليلة بقدر يكفي لتشكيل صورة واضحة على لرفافة طولها ١٠٠ كوسما، مدير أسبوس عن تصوير العبعة الضوئية المتقدمة لدى الشركة IBM Microelectronics «كانت ثمة مشكلة كبيرة جدا في جودة المواد وخصائص التصنيع»

لكن صيف عام 2002 شهد تقدما أثناء ورشة العمل التي رعاها اتحاد أبحاث أشباه الموصلات Sematech حول الطباعة الضوئية بموجات يساوي طولها 157 نانومترا، فقد كان من المقرر في برنامج هذا الاجتماع أن يقوم «لبن» (أحد المديرين التقنيين في شركة التصنيع التايوانية لأشياء الموصلات، وهي أكبر متعهد لتصنيع الشيبات في العالم) بإلقاء كلمة عن الطباعة الضوئية بالتغطيس immersion lithography مستوحاة من أفكار «أميتشي» وكان من المفترض أيضا أن يقدم طين» (الذي عمل باحثا في مجال التغطيس أثناء وجوده في الشركة IBM في ثمانينات القرن العشرين) وصفا لكيفية استخدام التغطيس، عند الموجات التي طولها 157 نانومترا، باستعمال زيت لزج من زيوت ترانليك الآلات لكنه بدلا من ذلك، كرس محاضرتيه لوصف أسباب فشل الطباعة عند هذه الأبعاد، ولوصف الأسباب التي تقوض على الصناعة أن تركز على تطبيق التغطيس على حين ساءل عن تعداد طباعة الضوئية المستخدمة فعلا عند موجات يساوي طولها 193 نانومترا

يستطيع مصنعو الشيبات، بتكريز اهتمامهم على التغطيس عند

SHRINKING CIRCUITS WITH WATER

(٢) مروجما سابقا لكيفية lithography بالطباعة الحديثة، فقد برز حجة حرجية عند حاليا غير كافية لأن الأشعة الأشعيا في صناعة هذه الموجات صارت تستعمل ترسيب الأبخار عبر أقلام حساسة يجري إعدادها بالتصوير الضوئي إذا ترحمتها بالطباعة الضوئية، water (٢)

كان عالم الفيزياء «إي. إميتشي» يضع على العينات التي يتفحصها داخل مختبره بمدينة فلورنسا قطرة من سائل كي يحسن جودة الصورة التي يشاهدها من خلال عينية مجهره واليوم، وبعد 165 عاما، تحاول صناعة أشباه الموصلات في شتى أنحاء العالم اعتماد تقنية أميتشي المتكررة

سوف يمنح لغير بعض السبوس في طهه، عفة من السائل يصبح ذا سنجح عرض انفسوس ان اعتماد مثل هذه الحل اسدى من اداسي، حيث يلتقي القرن التاسع عشر القرن الحادي والعشرين - بعد أيضا إحياء للذكرى الأربعين لصدور أكثر مقالة علمية تأثيرا في صناعة أشباه الموصلات، وهي الأطروحة التي وضعها «E. مور» (أحد مؤسسي الشركة إنتل) بعنوان مجهر الريد من المكونات في الدارات المتكاملة، وتحول تليز «مور»، بأن عدد الترانزستورات في الشيبية الواحدة سوف يتضاعف كل 12 شهرا (عُدل هذا الرقم فيما بعد إلى 24 شهرا)، من مجرد تليز بسيط إلى قانون صارم يكافئ قانونا طبيعيا يقضي بأن للصناعة سوف تعاني أضرارا غير محدودة، لكنها جسيمة دون ريب، إذا توقفت قدرة الشيبات عن النمو بلفرات أسية كل عامين

ولولا قدرة الماء، لنقض قانون «مور» حينما اصطدمت الخطط الهادفة إلى تصنيع جيل جديد من الشيبات بما بدا وكأنه عائق يصعب تخطيه ففي عام 2002، أخفق كل من مصنعَي الشيبات ومزوديهم بالمواد الأولية في بلوغ معالم التحول الحاسمة في تطوير أكثر آلات التصوير تعقيدا في العالم، وهي آلات الطباعة الضوئية lithography التي تُسَلِّط صورة الدارة على طبقة كيميائية حساسة للضوء، تغطي الرفافة السيليكونية، أي القرص الذي يُقطع فيما بعد إلى عدد من الشيبات الإفرادية في هذه الطريقة، تقوم مادة تطهير كيميائية بإزالة الرقعة المعرضة للضوء، ثم تعمل مادة حفر كيميائية على نقل

سكل الدارة في لرفافة

١- كثر طرقة سبوعا بمصنعي الدارات هي تحفيض طول موجة الضوء بوساطة آلة تلاحق بأطراف



صورة لا يمكن محوها بفعالية صخرية طبع على رفاقة الماء الطباعة الضوئية بالتغطيس تُعرض سلسلة الدارات الكهربائية للحظر





معمل الطباعة للصوتية بالتفطيس بممرير الماء عبر الفرجة الموجودة بين آلة التصوير والفيلم الحساس لتسوء الذي يطغى الرقاقة تسمه الموصلة. وهذا يحسن من اعداد التسمية والسعد المحصري وعندما تشترك الرقاقة على المصصة تحت العنسة، ينسقط إنشطار الماء من الفتحة التي جرى تصويرها

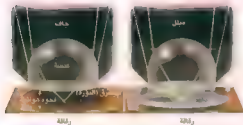
الأكاديمية جدو الشركة IBM بإطلاق منتجات جديدة وعروض طباعة صوتية ومن المرجح أن تصل الطباعة الصوتية بالتفطيس إلى مستوى الإنتاج التجاري في عام 2009، وحينئذ سوف تنخفض المسافة الفاصلة بين الترانزستورات انخفاضاً مدعشاً لتقترب من 45 نانومتراً. وهذا أقل من عرض فيروس التهاب الكبد من النمط C لقد سمحت إضافة الماء، بواحدة من أسرع عمليات وضع رقاقة طباعة صوتية جديدة في الاستخدام على الإطلاق. وربما تكون قد انفتحت الصناعة من الخروج عن تبعيتها لقانون «مور» قد يكون إطلاق حبل حديد من الشياطين، باستخدام هذه التقنية تأخر سنتين ربما بانتظار قدوم الهاتف الحلووي القلاب اللبديوي العالي الوضوح الذي طال انتظاره من ناحية أخرى، حكم التفطيس على الطباعة الصوتية بموجات طولها 157 نانومتراً، مصممة قائم بعد أن انفتحت الصناعة ما يقدر بأكثر من بليون دولار أمريكي على هذه التقنية التي باتت عديمة المفع يقول M Pso ويرت [الباحث الرئيسي لدى الشركة Canon، وهي أحد أكبر ثلاثة مصممين للطباعة الصوتية إلى جانب الشركتي Nikon و ASML]. لقد ماتت شر مينة ،

ويضع الباحثون التفطيس نصب أعينهم أيضاً لتطبيقه على جيل شبيحات عام 2011 الذي تصنع فيه المسافات الفاصلة بين الترانزستورات 32 نانومتراً سوف يتطلب تحقيق هذا الهدف عتسات وكيمائيات جديدة تضاف إلى الماء - يسعها بعض الظرفاء "Kool-Aid" - تزيد قريبة انكساره، ومن ثم، تصمم المجال للحصول على فتحات عميقة أكثر ففي اجتماع مخصص للمهندسة البصرية عقد في الشهر 2005/3، قدم W B سميت ورمالاه [من معهد روشستر للتقانة] تقريراً عن طباعة صوتية «التفطيس

فقط عند الموجات التي طولها 193 نانومتراً يقول W B تريبولا [الباحث الرئيسي لدى الاتحاد Sematech الذي تراس الاجتماعات الأولى] «إن الجميع متفقون على ضرورة معرفة قيمتها بخمس مائول عشوية، أو ربما بست مائول ،

لكن سلوك الفقائيع مجهولاً آخر. لذا كلف فريق عمل متفرع بمعالجته وذهب مختبر لسكران [التابع لمعهد ماساتشوستس للتقانة MIT، وهو أحد مراكز الأبحاث الرئيسية في الطباعة الصوتية المتقدمة] إلى حدّ تعجيد الفقائيع النانوية الحجم بالتمديد بنية دراستها والفقائيع المحورية ذات الحجم الأكبر يمكن أن تسبب الضرر أيضاً يقول «M سويتكس» [أحد الباحثين في مختبر لسكران] «كما ندرس الكيفية التي تجعل الماء يساب دون فقائيع عندما تتحرك الرقاقة بسرعة تحت آلة التصوير ، وقد تبين أن الماء النقي المنزوع لغاز ساعد على خفض اموصعات لبقعة اسي بمه كبر لفقائيع

وفي الشهر 2003/7، استقطبت ورشة عمل أخرى نظمتها الاتحاد Sematech عن الطباعة الصوتية بالتفطيس حشداً كبيراً في المركز BM Almaden Research Center - فقد قدم عمليات محاكاة وتجارب دامت ستة أشهر حلولاً ممكنة للصعوبات التقنية العشر برمتها يقول «A كرنفيل» [مدير برنامج استراتيجي الطباعة الصوتية بالتفطيس لدى الاتحاد Sematech] «لقد تبين لنا أن جميع الأمور التي حسبنا أنها تمثل مسائل مستعصية يمكن أن تكون تحت السيطرة ، وتسارعت وتيرة التطوير بنطى حديثة ففي الشهر 2003/12، عرضت الشركة ASML [وهي شركة تصنيع معدات طباعة صوتية] نموذجاً أولياً لآلة تفطيس وبحلول نهاية عام 2004، أنتجت الشركة IBM دفعة تجريبية من المالحجات الصغيرة التي بلغ طول أصغر بعد من امعادها 90 نانومتراً إن استخدام التفطيس، إلى جانب سلسلة مما يسميه أرباب الطباعة الصوتية «الحيل» (من قبيل تغيير طور الضوء)، يتيح طباعة امعاد لا تتعدى جزاً صغيراً من طول موجة الليزر الفعلية والبالغ 193 نانومتراً ويعلق «كومياب» [من الشركة IBM] قائلاً «لقد قلنا أساساً أننا قادرين على ذلك ، وحذاً بعدئذ عدد آخر من مصنعي المعدات والشياطين وبعض الهيئات



بتحسين مبر الطعاعة الضوئية المستخدمة في صنع السبست برا وصعت اداة فيها ما في الفرجة الواقعة بين العدسة والرقاقة إلى الضوء الذي يملك عمر العسة مرواية حادة جدا، أي «الاشعة التي تعطي صورة لأصغر ابعاد الدارة، تنعكس مرورا كلما صادف فجوة هوائية (في البصاري) في تلك الأثناء، تنعكس موجة الضوء التي يعطيه بالاء بالزاوية نفسها، بحيث تصل إلى نقطة المحرق (المؤدة) (في المصنع)، وتضيق الطعاعة الضوئية بالانفطيس البعد المحرقى أيضا، أي المسافة بين العدسة والصورة التي نحافظ على وضوح الصورة

هجوم عناصر الدارات من هجوم الدرات الإفرانية، إضافة إلى فقدان مصممي الشببات تدريجيا سيطرتهم على الإلكترونيات أثناء مرورها عبر الترامستور فكتريا ما يحدث أن تكون حلول المشكلات الهندسية الكبرى هي أكثر الحلول بساطة، إذ إن مجرد إضافة الماء تسمح للبررات الأربعين والظوريد بطاعة إبعاد لا تتعدى ربع طول الموجة التي تساوي 193 نانومترا وشة نوع جديد من الطعاعة الضوئية دون تقطيس، يسمى الطعاعة الضوئية النانومتري، ويشبه إلى حد بعيد عملية تشكيل الهلام في قالب، وهو حل ممكن للطعاعة الضوئية بموجة طولها 25 نانومترا أو أقل

يقول < H N بيرونته > (وهو باحث في المعهد الوطني الأمريكي للمعايير والتقانة - درس العناصر البصرية للسوائل والعناصر المستخدمة في الطعاعة الضوئية بالتفصيل) «لقد انتهى بنا الأمر إلى العودة بضع معيد زود يسمى لامر - أوكام وسعده حلاقته إلى تسهيل عمل «مور» وقانونه في حشر أكبر عدد من المكونات يمكن وضعه على شريحة دائرية

(1) Extreme Ultraviolet Lithography (EUV) أي الأشعة التي تقع تردداتها فوق ترددات الأشعة فوق البنفسجية

Source: National Nanotechnology Initiative

(2) إنتاج الطعاعة بالأشعة فوق البنفسجية إلى تقطيس، وتآخر التقطيس في أن يصبح ثقات راسعة يجر الطعاعة بالإشعاع فوق البنفسجي الأقصى

Source: National Nanotechnology Initiative

William of Occam الذي صاغ المبدأ Occam's razor (1300 - 1350)، وهو صاحب المبدأ Occam's razor، أي شفرة (حالات) أوكام الذي يمثل أساس مبدأ الاختزال reductionism ما يسمى أيضا بقانون الاقتصاد، وقادته أنه يجب عدم اللجوء إلى التكرار إذا لم تكن ضرورية (التحذير)

#### مراجع للاستزادة

Feasibility of Immersion Lithography, Seoh-Ilwa et al., in Optics Micro Lithography XVII, Edited by Bruce W. Smith, Proceedings of SPIE, Vol. 5377, 2004

The Lithography Expert: Immersion Lithography, Chris Mack in Micro Lithography World, May 2004 Available online at [http://seipennnet.com/Article/Article\\_Display.cfm?Section=ARCHIVE&SubSection=Display&ARTICLE\\_ID=205024&p=28](http://seipennnet.com/Article/Article_Display.cfm?Section=ARCHIVE&SubSection=Display&ARTICLE_ID=205024&p=28)

Scientific American, July 2005

الصلب» تسمح بوضع عسدة من السفسجور (الباقوت الأزرق) Sapphire بحيث تكون على تماس مباشر مع الفيلم الحساس للضوء. مبيحة - ربما - الحصول على مسافات فاصلة بين الترانزستورات تبلغ 25 نانومترا لجيل شببات عام 2015

إذا حدث ذلك، فإنه يمكن لشراعة أرواب الطعاعة الضوئية أن تدفع بالتقانة التي ترفع لواعا اليوم الشركة إنتل، كبرى الشركات الصنعة في العالم، إلى مصيرها الحتم، وأن تنصع نهاية لأيام صنعة اسبيبار، مسيديد، وربما لقانون «مور» أيضا أن الطعاعة الضوئية بما يُعرف بالإشعاع فوق البنفسجي الأقصى» توجه إشعاعا بطول موجي مقداره 13 نانومترا نحو سلسلة من المرايا المتعددة الطبقات مهمتها تصغير حجم الصورة المُسقطَة على الرقاقة إن العيسات لا تعمل في مثل هذه الحالة، لأن المواد تصبح غير شفافة لهذه الموجات لقد كانت بداية بعض تقانة الإشعاع فوق البنفسجي الأقصى في برنامج «مور» حرب النجوم

كان من المفترض أن تبدأ الطعاعة الضوئية بالإشعاع فوق البنفسجي الأقصى يصنع شببات تبلغ إبعادها نحو 100 نانومترا، إلا أن التقطيس وتطورات أخرى أرحات تسويقها تحاريا مرة تلو أخرى ففي مؤتمر الهندسة الضوئية الذي عقد في الشهر 2005/3، اعتبر اثنين من المتحدثين الرئيسيين هما < P بيترز > [استاذ الهندسة الكهربائية في جامعة ستانفورد] و < G ويلسون > [استاذ الهندسة الكيميائية في جامعة تكساس ملوسن] ومؤسس شركة تعمل على تطوير الإشعاع البنفسجي الأقصى كيديل]، أن التقانة التي تدعمها الشركة إنتل لن تبلغ أبدا مستوى الإنتاج التجاري نظرا للثكاليف الباهظة والتحديات الهندسية التي تفرضها صناعة الليزرزات والمواد وقد صرح «ويلسون» في مقابلة معه بالقول «من غير المرجح، في رأيي، أن يكون الإشعاع فوق البنفسجي الأقصى والبعاء»

إذا شئنا الإشعاع فوق البنفسجي الأقصى بالإشعاع بعد أن انقثت عليه الصناعة بلايين الدولارات، فإنه سوف يلقي المصير نفسه الذي لاقته الطعاعة الضوئية بالأشعة السينية، وهي تقانة حملت لواعا الشركة IBM، وتطلبت إشعاعا يؤده مسرع مفران synchrotron، وانقثت عليها الشركة IBM ووكالة مشروعات أبحاث الدفاع للثقمة DARPA أكثر من بليون دولار وفي الواقع، ليست أطوال موجيات الإشعاع فوق البنفسجي الأقصى بعيدة عن الأشعة السينية في الطيف الكهرمغناطيسي، وبما أنها تستخدم موجات أطول قليلا من موجات الأشعة السينية، فقد ظلت تعرف باسم الطعاعة الضوئية بإسقاط الأشعة السينية الصعيفة، إلى أن أصبحت عبارة «الأشعة السينية، تعني ضمنا ضياع الجهود المدولة في عملية التطوير سدى أما الشركة إنتل، فهازلت واقفة ما أنه سوف تكون ثمة حاجة إلى الإشعاع فوق البنفسجي الأقصى حالما تصبح المسافة الفاصلة بين الترانزستورات أقل من 50 نانومترا يقول < P سطرمران > [مدير استراتيجيية ثقاتة التجهيزات لدى إنتل] «إن الإشعاع فوق البنفسجي الأقصى سوف يكون قادرا على التصمود أجيالا عدة - لا أن المحللين تدبوا بموت الأشكال التقليدية من الطعاعة الضوئية مد أن أصبحت أبعاد الشببات قريبة من نصف ميكرون - ومن المحتمل أن يحتاج التقطيس إلى المزيد من الوقت ليصبح ثقاتة راسخة، ولعل في هذا ما يُلحق الأذى بالطعاعة بالإشعاع فوق البنفسجي الأقصى» يبدو أن ثمة ما يقصر التطورات التي أعطت دفعا لقانون «مور» مع اقتراب أبعاد الشببات من الحدود الفيزيائية المطلقة، أي اقتراب



## نحو سيارات تعمل بالهيدروجين

مع أن قوافل النماذج الأولية للسيارات التي تعمل بالهيدروجين قد نزلت إلى الشوارع، فما زالت هناك عوائق تقنية وتسويقية أساسية يجب التغلب عليها قبل وصول السيارات النظيفة التي تعمل بالهيدروجين إلى صالات العرض

د. أنثي

تجوب الشوارع في عشر مدن أوروبية، وهناك ثلاث حاملات إضافية ستتم تحريكها قريباً في كل من ميني بيكر وبييرت وفي هذه الأثناء، فإن جميع شركات صناعة السيارات تقريباً، وخاصة الشركة تويوتا، وكذلك نيسان وريو وفولكس فاغن وميتسوبيشي وهابويدي، إلى جانب شركات أخرى، تقوم بتجربة عدد من النماذج الأولية للسيارات، ويعتبر هذا مؤشراً إلى النبلع الهائلة التي تستثمرها هذه الشركات لتحسين هذه التقنية ويوجد حالياً ما بين 600 و 800 عربة تعمل بخلايا الوقود تتم تجربتها في سائر أنحاء المعمورة وقد بدأ المودرن تطوير وتوفير المكونات اللازمة لبناء النماذج الأولية وإذا ما سارت الأمور على ما يرام، من هذه التطورات سوف تشكل مؤشراً في منتصف الطريق نحو دناج السيارات العاملة بخلايا الوقود على نطاق تجاري، وذلك في بداية العقد المقبل

وبطرا للقيود الحكومية التي تنظم حدود انبعاثات غازات العوادم (والتي تُرداد صرامة)، والتنبؤ باحتمال مواجهة نقص في إمدادات سعة وحمل كارت عالمي نجم عن الاحتباس الحراري الذي تسببه غازات الدفيئة greenhouse gases، فإن صناعة السيارات والحكومات استثمرت عشرات الملايين من الدولارات خلال الأعوام العشرة الماضية بهدف توفير تقنية دفع تتمتع بالكفاءة والنظافة ويمكنها أن تحل محل آلات الاحتراق الداخلي العريقة (أنظر «عربة التغيير» العددان 12/11 2003)، ص 24 لكن بعض الانتقادات مارالت تثار حول جدية صناعة السيارات في إنتاج عربة خضراء (لا تسبب التلوث)، وعما إذا كان الجهد المبذول في البحث والتطوير يعتبر كافياً للتحقق من نجاح قريب. وتتردد الشكوك بأن ما يجري عمله بخصوص عربات خلايا الوقود هو مجرد ستار نقابي لحجب وجماعة المصالح لفترة زمنية طويلة. ويجيب مجربو شركات السيارات بأنهم لا يرون على المدى الطويل خياراً أفضل من عربة خلية الوقود التي تعمل بالهيدروجين، ذلك أن جميع البدائل مثل العربات الهجينة (التي تجميع بين محرك الاحتراق الداخلي والمطاريات

ON THE ROAD TO FUEL-CELL CARS

يبدو أن حواجز السرعة المؤتمنة القائمة على مدارل قرية مارين Nubern في ألمانيا هي الوحيدة القادرة على سحق الإبتسامة عن وجه «بييرتا» الذي يتمتع هامساً «أرجو أن تخففوا السرعة هيا» وذلك عند اقتراب سياراتنا من ضواحي هذه القرية ذات الطبيعة الخلابة. بر س «بييرتا» قريباً يقوم بتجهيز قافلة من 60 سيارة من أحدث سيارات دايملر-كرايزلر التي تعمل بخلايا وقود هيدروجيني والتي يطلق عليها اختصاراً F-Cell، من أجل اختبارها في العالم ويهدف ذلك إلى إتاحة الفرصة لصانعي السيارات لتقييم هذه العربات الفعالة من حيث استخدام الطاقة التي لا تسبب أي تلوث. سحت ضرر فبده متبرعة ويبدو هذا المهندس متعجباً لأن يقوم الزوار بتجربة سرعة خروج السيارة من خط سيرها، وهي إحدى المزايا التي يؤمنها المحرك الكهربائي القائم تحت الغطاء

وعلى الرغم من نظام دفعها المتقدم تقنياً، تبدو سيارات خلايا الوقود، من حيث أداؤها والتعامل معها، مثل سيارة تويوتا كورولا أو سيارة فورد فوكس أو أي سيارة صغيرة تقليدية أخرى. وهكذا فإن سيارة خلايا الوقود لا تبدو كنموذج أولي لسيارة مستقبلية، بل هي أقرب إلى كونها سيارة تنتمي إلى العالم الحقيقي إن الاختلاف الوحيد فيها عن المألوف هو أزيز الضاغط compressor الذي يصدر صجيجاً يتهدد «بييرتا» بأن يتسكك مهندسو الشركة من كتمه قريباً وليست الشركة دايملر-كرايزلر هي الوحيدة الساعية إلى إنتاج «عربة» الصاعدة المرجوة. فبعد عقد من الزمان في البحث والتطوير لجسد صناعية السيارات في أنحاء العالم إنجازاً مرموقاً تمثل في إنتاج قوافل السيارات التجريبية العاملة بخلايا الوقود والتي تبدو كقوة في أدائها. وأن يمضي وقت طويل حتى نرى عشرين سيارة صغيرة من أحدث ما أنتجته الشركة هويدا من الفئة FCX، إضافة إلى 30 سيارة من نوع فورد فوكس FCV تسيير في الشوارع والطرق السريعة وتحمل الشركة جنرال موتورز لإنتاج 13 عربة تعمل بخلايا الوقود في نطاق مدينة نيويورك وضواحيها بهدف تجربتها عام 2006 ويوجد حالياً 30 حافلة من إنتاج دايملر-كرايزلر تعمل بخلايا الوقود

حاليا مخصص قوالب تخزينية في سيارات الشركة  
دايمر-كرايسلر التي تعمل محلاتها وقود  
هيدروجيني لامحطات مدمجة

الكهركيميائية)، ما زالت تعتمد على حرق  
الوقود المتروكيميائي مما ينتج عنه ثنائي  
أكسيد الكبريت وملوثات أخرى

## أحجار عثرة

إن القيادة لمدة ساعتين على الطريق  
اللاذني السريع، تقطع فيها مسافة تقارب  
140 ميلا، من قرية نابير إلى مدينة  
فراانكفورت على نهر الماين، تعتمد كافية  
تسمى بوضوح الفارق الكبير بين سيارة  
تعمل بخلايا الوقود وسيارة ذات محرك

احتراق داخلي. ففي أقل من 90 دقيقة سوف تواجه مشكلة بداد  
الوقود وتوقف على قارعة الطريق دون أمل في التزود بالوقود. فلا  
سيارة خلايا الوقود ولا مثيلاتها التي تعتمد على طاقة الهيدروجين  
يمكنها أن تصل إلى مدى 300 ميل وهو الحد الأدنى الذي يتطلع إليه  
سائقو السيارات. ولما كانت محطات التزويد بالهيدروجين قليلة  
وعتيادة، فإن إعادة التزود بالوقود تعتبر، في أفضل الظروف  
مشكلة. وهكذا وعلى الرغم من الأمل السراقة والبيانات المتضاربة  
للسامح السيارات، فإن تحديات تقنية وتسويقية جادة تبقى دون حل  
مما قد يجرح طرح سيارات خلايا الوقود في الأسواق لسنوات إن لم  
يكس لعقود من الزمن

وقبل أن يستعصم أولئك الذين تبنوا سياراتي تويوتا پريوسر  
وهوندا اكورد المجهزتي سيارات أكثر حفاظا على البيئة، لا بد أن  
يتحمل صانعو السيارات والموردون والمورعون كمية القيام بامور  
كثيرة. زيادة قابلية السيارة لتخزين كمية أكبر من وقود هيدروجيني  
وحفض كلفة ماقلت الحركة للمحركات العاملة بخلايا الوقود إلى  
واحد في المئة من كلفتها الحالية، ومصاعفة عمر التشغيل لمحطات  
الطاقة خمس مرات، وزيادة الطاقة المانجة ليصبح بالإمكان  
استخدام خلايا الوقود في السيارات الرياضية وهي غيرها من  
العربات الثقيلة. وأخيرا فإن تشغيل هذه العربات يتطلب توفير بنية  
تحتية للزويد بالهيدروجين، حتى يمكنها أن تحل محل الشبك  
العالية لمحطات الوقود الحالية

ومع ذلك، يبقى بعض صانعي السيارات غير مبسعين. سكايب  
تحقيق ذلك في المستقبل القريب. «ما زال أمام الإنتاج كميا - كبيرة  
نحو 25 عاما، هذا ما يقوله» رابرت-الخير الوطني لمجموعة الطاقة  
في الشركة تويوتا المتقدمة ويضيف، «أمل ضعيف في خفض الكلفة  
ب، فيه الكافية، وأشعر بالتشاؤم حول إمكانية حل مشكلات تخزين  
الهيدروجين وتحسين هذه الأنظمة الكبيرة على عربة يمكن تسويقها  
لكل هناك مؤشرا قويا إلى أن العمل في مجال عربات خلايا الوقود  
مازال جاريا وهو أن جميع ممثلي شركات السيارات تقريبا يدعون

الحكومة إلى ريادة الإنفاق في مجال البحث الأساسي وهي مجال  
انظمة توزيع الهيدروجين، من أجل التغلب على هذه العقبات

## قضايا المكاسد

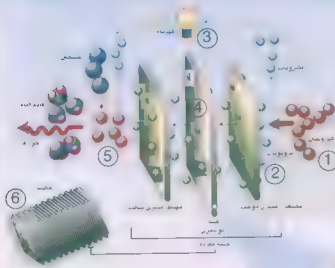
تعتبر السيارة أو الحافلة أو الشاحنة العاملة بخلايا الوقود، في  
لحقيقة، عربة كهربائية تستمد طاقتها من جهاز يعمل كبطارية قابلة  
لإعادة الشحن. ولكن، بخلاف البطارية، فإن خلية الوقود لا تخزن  
الطاقة، بل تستخدم عملية كهركيميائية لتوليد الكهرباء، ويمكنها  
القيام بدورها مادمات تزود بالهيدروجين والأكسجين (انظر الإطار  
في الصفحة 20)

يوجد في قلب خلية وقود السيارة غشاء رقيق لتبادل  
البروتونات (Proton-Exchange Membrane (PEM، وهو يوليسر  
(مادة بلاستيكية) مصنوع من الكربون والطور، يقوم بدور الكهرل  
(الإلكتروليت) electrolyte لمقل الشحنة الكهربائية، كما يقوم بدور  
حاجز فيزيائي يحول دين امتزاج وقود هيدروجيني مع ذرات  
الأكسجين. تنتج الطاقة الكهربائية اللازمة لتسيير سيارة خلية  
الوقود من جوء سحب الإلكترونات من ذرات الهيدروجين عند مواقع  
الحفز على سطح الغشاء. وبعدما تنقل حاملات الشحنة، وهي  
أيونات الهيدروجين أو البروتونات، عبر الغشاء، وتتحد مع أكسجين  
والكربون لتكوّن الماء، وهو الناتج الوحيد من العادم. وتُحفظ الخلايا  
الفردية في ما يسمى مكاسد stacks (جمع مكسد)

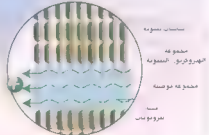
يختار المهندسون خلايا الوقود ذات غشاء تبادل البروتونات  
PEM، لأنها تحول نحو 55 في المئة من طاقة الوقود التي توضع فيها  
إلى شغل فعلي، في حين يبلغ رقم الكفاءة أو الكافية لحرك الاحتراق  
الداخلي نحو 30 في المئة. وهناك سرايا أخرى مثل درجات حرارة  
التشغيل المنخفضة نسبيا (نحو 80 درجة سيلوية)، وبرحة مقبولة من  
الآمان، والأداء الهادئ، وسهولة التشغيل وقلة متطلبات الصيانة







معمل حلية الوقود كبطارية صلبة لإعادة الشحن، وتتقوم بموائد الكهرباء، مادام تزويدها بالهيدروجين والأكسجين مستمرة وتتكون حلية الوقود التي تحتوي على غشاء، بطانة بروتوني (PEM) (أي البيلسان من سوبرجر، الكتروليت) ريفيني، مسامي، وهذا العنصر الأول، المصعد anode والعنصر الصلب cathode يفصلهما كهروكهربائي electrolyte مكون من غشاء، بوليميري صلب، ويغطي سطح واحد لكل عنصر معمار يحتوي على البلاتين، وبعد أن تتصلب ذرات الهيدروجين إلى الحيلة (H) يتوحد حقل العنصر الموجب بمصعدا إلى الكتروليت وبيرونيات (O) وتتوحد الكتروليتات عبر دائرة خارجية لتشغيل محرك القيادة (O)، في حين تتأخر الكتروليتات عبر الغشاء، إلى العنصر الصلب، وهذا يتوحد الحقل على ذلك الجانب بتوحد البيرونيات مع الكتروليتات العادية وكذلك مع الأكسجين الهواء، لتوحد (O) والحرارة (O) ويصعد عند كثير من الخلايا في مكانا لإنتاج جهد كهربائي عال (O)



تدعي الشركة PedyFuel صانعة الأغشية الهيدروكربونية أن هذه الأغشية تقوم لفترة أطول وتولد طاقة أكبر وهي أقل كلفة من أنواع الأغشية الفلوروكربونية العالية، ويعتمد مفهوم هذه الشركة على دمج مجموعات من أصناف الهيدروكربونات القائمة لتوصيل لتشغيل سرور البيرونيات وتزويد من أنتاج الطاقة، وهذه المواد الموصلة ترتبط بمجموعات من الهيدروكربونات القائمة التي من شأنها تقوية ودعم سعة الغشاء، وتضمن مدة خدمته ونظرا لأن نوعي الهيدروكربونات لها فائضا كيميائية مصغرة أضعافا تعاد الأثر فلا كلا منهما يتفصل عن الأثر، لذا، للعائلة فيتورما مع المجموعتين العاملتين، مما يسهل عملية التصنيع

«محفزة» promoter وهي رياضي هيدروفيوران، تستطيع تثبيت هدرات الفار عند ضغط أقل كثيرا يصل إلى 1450 رطلا لكل بوصة مربعة ومن الماحية النظرية، يمكن استخدام 120 لترا من الماء (تزن 120 كيلوغراما) لتزويد نحو ستة كيلوغرامات من الهيدروجين

### مكاديس مجمدة

في صباح يوم بارد عاصف من أواخر الشهر 2004/11، تجمع عدة مئات من المواطنين خلف مبنى بيركان ولاية نيويورك في مدينة الماني، ليستمعوا إلى ترخيص الحاكم G. باتاكي، بإطلاق ولاية نيويورك لانتقن من سيارات هوندا FCX التي تعمل بخلايا الوقود وكانت حرارة الجو هي ما جعلت هذا الحدث ملحوظا، إذ إن جميع (1) نوع من العنصر يصنع من اللبنة المحروقة والصكر ومكسبات النكهة (التحريك)

إطلاق الوقود وفي الشهر 2005/1، أطلقت كل من الشركة جنرال موتورز ومحطات ساندنيا الوطنية برامجا كلفته عشرة ملايين دولار ويستمر أربع سنوات بهدف تطوير نظم تحرير هيدروجين المعادن وتعتمد على هيدروجين صوديوم الموميموم

ونظرا لثقل نظم تحرير هيدروجين المعادن (حيث تزن نحو 300 كيلوغرام)، قام الباحثون في جامعة دلفت للثقافة بهولندا بابتكار طريقة لتخزين الهيدروجين في ثلج الماء "water ice" على شكل هدرات الهيدروجين hydrogen hydrates، حيث يتم احتباس الهيدروجين في تجاويف الثلج التي تكون بحجم الحبيبات ويطيعة الحال فإن الماء أخف كثيرا من سبائك المعادن، لكن هذه المقاربة غير عملية بسبب صعوبة تكوين هدرات الهيدروجين، نظرا لحاجتها إلى درجات حرارة منخفضة وصغوبة الارتفاع تبلغ نحو 6000 رطل لكل بوصة مربعة ومن خلال تعاون فريق جامعة دلفت مع مدرسة كولورادو للمناجم، تم التوصل إلى استخدام مادة كيميائية

## خلايا وقود مقاومة للتجمد



تألى صناع مكافئ خلايا الوقود يهدفون دائما إلى مقاومة درجات الحرارة دون الصفر المئوي. ذلك أن المكافئ إما سمحت بتحويل الماء بداخلها إلى ثلج وهذا يؤدي إلى ثك الأعطلة وأضرار الأنابيب وقد بين مهندسو الشركة هوندا في عام 2004 أن محرك السيارة FCX ذات الباب الخلفي (إلى اليسار) التي تعمل بمحرك خلايا وقود يمكن أن يشغل وشكل متكرر عند درجة حرارة 20 سيلسيوس تحت الصفر، تتوصل الباحثون في الشركة، دايملر -كرايسلر وجنرال موتورز، إلى نتائج مشابهة في المختبر تتعلق بتجمد المكافئ (إلى اليمين)، ويبدو أن السر في هذا الأمر يتعلق بنمط جميع الماء داخل النظام في الحالة المعيارية



لكد ، وهو جهاز يخزن الطاقة في المجالات الكهربائية بجـ صفائح لأقطاب المشحونة، مما يؤدي إلى التزويد بكميات قصيرة من القدرة الاصطناعية أثناء التحاور أو صعود المرتفعات هذا في حين يستخدم معظم صناع السيارات بطاريات لهذا الغرض

### قضايا البنية التحتية

في نفس ذلك اليوم من الشهر 11 تجمع بعد ذلك جشدد أكثر حماسا بمناسبة النصف الثاني من الاحتفال، تجمعوا في مركز

مراجيع العروض السباقية لسيارات خلايا الوقود حدثت في أحواء أكثر دفئا، وكان القصد من ذلك إثبات أن مكافئ خلايا الوقود لهذه السيارات لن تتجمد. وفي التصميم السباقية كان يمكن لدرجات الحرارة التي تقل عن الصفر أن تحول الماء، السائل إلى بلورات ثلج متمدة، أي ذات حجم زائد، مما يمكن أن يؤدي إلى خرق الأعطلة أو تمزيق خطوط الماء. وقد قام مهندسو الشركة هوندا في وقت مبكر من السنة بإظهار قدرة وحدات خلايا الوقود الخاصة بهم على الصمود أمام ظروف الشتاء، وهذا يعتبر إنجازا هندسيا مهما لاحتجاج الباحثين في مجال خلايا الوقود

## لا أحد يعرف حقا كيف يمكن تخزين كمية كافية من الهيدروجين في حجم معقول

لائام Latham القريب، وهو المركز الرئيسي للشركة Plug Power في ولاية نيويورك التي تصنع الوحدات الثابتة لإنتاج الطاقة من خلايا وقود هيدروجيني، والتي تستخدم لرفع استخدامات القدرة أو القوة وكانت المصنوعة المتهجئة التي تتكون أساسا من العاملين في المركز Plug Power قد تجمعت هناك لاحتفال بمنتج محطة تزويد بوقود هيدروجيني كانوا قد طوروها بالتعاون مع مهندسي الشركة هوندا وكانت محطة بيت الطاقة II تحتوي على محطة كيميائية مُصغرة - محرك وحدة تحسين (تهذيب) تعمل بالبخار steam reformer - تقوم باستخلاص وقود هيدروجيني من الغاز الطبيعي المنقوع فيها، باستخدام طريقة تعتمد على البحار وعزل حر سيلانته [المدير التنفيذي في المركز Plug Power]، إن

ويعد الخطاب أوضح «ب» نائب رئيس البحث والتطوير في هوندا الأمريكية [إن] نماذج سيارات هوندا FCX لعام 2005 لمقاومة للتجمد، يمكن تشغيلها بشكل متكرر عند درجات حرارة تبلغ 20 درجة سيلسيوس تحت الصفر وتدعي شركات سيارات أخرى بما فيها دايملر -كرايسلر وجنرال موتورز أنها نجحت أيضا في تجارب محسنة لتشغيل المكافئ عند درجات حرارة منخفضة (انظر الإطار في هذه الصفحة)

وإضافة إلى إمكانية تشغيل نموذج هوندا FCX لعام 2005 الذي يعمل بخلايا الوقود عند درجات الحرارة المنخفضة في منتصف الشتاء، تظهر هذه السيارة، وهي سيارة مجهزة بأربعة مقاعد وذات باب خلفي، مزايا تقنية أخرى تفوق النموذج الذي ظهر منذ عامين وتعتبر السيارة FCX غير عادية لأنها تستخدم، مثلا، مكثفا فوق

لتوفير بنية تحتية قبل أن تتوفر قوافل من العربات على الطرق وهكذا فإن السؤال هو كيف تخلق الطلب؟ [انظر تساؤلات حول اقتصاديات الهيدروجين، العددان 7/6 (2004)، ص 20]

قدّرت دراسة أجرتها الشركة جنرال موتورز أن هناك حاجة إلى اتفاق ما بين 10 و 15 بليون دولار لبناء 11 700 محطة تزويد بالوقود، وهو العدد الكافي الذي يجعل السائق لا يبعد أكثر من ميلين عن محطة وقود هيدروجيني في معظم المناطق الحضرية الرئيسية، وهكذا تصبح المسافة بين كل محطة وأخرى عليها على الطرق السريعة نحو 25 ميلاً. إن هذا التركيز في محطات الهيدروجين في المناطق الحضرية يمكن أن يقدم ما يقدر بنحو مليون عربة تعمل بخلايا الوقود ويصير <8 كامل، قانلاً > أن اتفاقاً 12 بليون دولار على تمديدات نظم الكابلات بحسب بنودها، إذا عرفنا أن مشغلي الكابلات يتفقون بمبلغ 85 بليون دولار على تمديدات نظم الكابلات ،

وتشكل محطة تزويد الوقود في لاثام، إضافة إلى عشرات المحطات الأخرى المنتشرة من أوروبا إلى كاليفورنيا إلى اليابان، الخطوات الأولى المتقدمة تجاه بناء البنية التحتية وقريباً، وفقاً لما يقوله <كامبل>، هناك سبعون محطة جديدة ستبدأ بالعمل في مختلف أنحاء العالم، إضافة إلى أن برنامج طرق كاليفورنيا السريعة للتزويد الهيدروجيني حدد لنفسه هدفاً بإشياء 200 محطة جديدة

وحدثاً قدّرت لجنة من الأكاديمية الوطنية للعلوم، أن عملية التحول إلى <اقتصاد الهيدروجين> قد تستغرق عقوداً من الزمن، لأن هناك العديد من التحديات الصعبة، ومن ضمنها كلفة إنتاج وتوزيع الهيدروجين كميات كافية وبكلفة معقولة، دون أن يؤدي ذلك إلى إطلاق غازات الدفيئة (الملوثة) التي تسهم في استمرار الغلاف الجوي ولسوء الحظ، فإن استخلاص الهيدروجين من غاز الميثان يولد ثنائي أكسيد الكربون، وهو من غازات الدفيئة الأساسية ومن ناحية أخرى، إذا اعتمدت مصادر الطاقة اللازمة لعملية التحليل الكهربائي للماء لتوليد الهيدروجين والأكسجين على حرق الوقود الأحفوري، فإن ذلك سوف يولد أيضاً غاز ثنائي أكسيد الكربون (وإضافة إلى ذلك فإن عار الهيدروجين له قابلية عالية للتسرب من السيارات ومن منشآت إنتاجه إلى الجو، وهذا من شأنه أن يتسبب في تفاعلات كيميائية تولد غازات الدفيئة وأخيراً فإن استخدام الوقود الأحفوري لإنتاج الهيدروجين يستهلك طاقة أكبر من تلك الكامنة في الهيدروجين الناتج

طور الباحثون في Idaho National Engineering and Environmental Laboratory and Ceramtec لياك طريقة لتحليل الماء كهربائياً وإنتاج هيدروجين نقي باستخدام كمية أقل بكثير من الطاقة مقارنة بالطرق الأخرى ويشير عمل الفريق إلى أعلى معدل إنتاج معروف للهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي عند درجات الحرارة العالية وتعتمد

http://www.energen.com

جميعهم يبلغ نصف حجم المساحة المسافة ونصف اصة في قيامه بإعادة تزويد العربات بالوقود، فإن النظام معدى بالهيدروجين مكسب جلة وقود لنتاج كهربائي يستخدم في ثقافة مبنية مركزنا الرئيسي، الذي تجري ثقافته جزئياً أيضاً بواسطة الحرارة الضائعة التي تولدها الوحدة ،

وعلى أصوات الموسيقى الصاخبة، سارت إحدى سيارات FCX نحو مضخة للتزويد بالوقود، وفي صندوق معدني بحجم موقد مطبخ فاخر تم تركيبه في موقف سيارات الشركة وفي البداية قام مسؤول بوصل السيارة بالأرض بواسطة سلك لتفريغ الشحنة، ثم سحب خرطوم الوقود من المضخة نحو فوهة تزود سيارة FCX بالوقود ثم أدخل قم الخرطوم وأحكم وصله في مكانه المحدد وامتدت عملية تزويد الوقود بعد نحو خمس أو ست دقائق وأصبح حائطاً أن أسفحة تنتج كمّاً من الهيدروجين يكفي لإعادة تزويد عربة حلاًياً وقود واحدة كل يوم

ويعد ذلك، ناقش <نايت> المشكلات التي تواجه تطوير البنية التحتية للهيدروجين قائلاً: <إنها مشكلة البنية والبنية، أو ليس هناك طلب أو حاجة إلى سيارات أو مافلات تعتمد على خيارات محدودة للتزويد بالوقود، لكن أهدأ لا يريد أن ينفق مبالغ ضخمة

## محطات غاز الهيدروجين

محطة تزويد بالوقود الهيدروجيني في سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، حيث يتم إنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي وتوزيعه في سيارات FCX



فورد فوكس مع FCV بالهيدروجين المصنوع، وهذه العملية تستغرق في العمل نحو خمس دقائق ولا بد قبل البدء بالتزويد من وصل السيارة بسلك أرضي لتجنب تكون الشرارات الكهربائية وقد قام الفرع الأمريكي للشركة هوندا في مركزه بمدينة تورانس في كاليفورنيا ، محطة خدمة (في الأسفل) يتم فيها شطر الماء إلى الأكسجين ووقود هيدروجيني، باستخدام طاقة تولدها صفيح شمسي كهروضوئي photovoltaic وتعتمد هذه الطريقة نموذجاً مثالياً لإنتاج الهيدروجين







تحتل سيارة جمرال موتورز الحديثة من الفئة Sequel التي تعمل بخلايا الوقود (في اليسار) ما يكفي من الوقود لتقطع مسافة 300 ميل، وهو الحد الأدنى المقبول ويمكنها ذلك من خلال تزويدها بسعة كيلوغرامات من الهيدروجين داخل هيكل متحرك بثب سمكاته 11 بوصة (الشكل السفلي الأيسر) وهو محوري أيضا على معظم نظم القيادة العامة للسيارة الرياضية SUV وتُظهر هذه السيارة كيف يمكن لجميع العزيمات الكهربائية أن تحرر تفكير مهندسيها عند إيجاد الطر في هيكل وشكل خارجي المستقل ويظهر لامكانية الاستعاضة عن المكونات ليكهربائية بدائل الكربونية بالكامل، فإن التصميم الداخلي يصبح متاحا للتصرف به (الشكل السفلي الأيسر) ويطلق «R» بوليفايبر» إمداد التصميم المتقدم في السيارة جمرال موتورز «فان» على أن تصنع سيارة جمرال لتستوعب خمسة أفراد صنداء مسطوح، فاعادة صنع سيارة جمرال يمكن في الساعة لوضع صندوق تخزين كبير في مقعدة الأمامية، وهو أمر لم نسمع به من قبل، ولا شك أن الأقل سوف يحمي ذلك .



توليد في هذا التصميم مرسوم من انسيالات التي سوف تطرح هربت ممبرز كثر بخارجها، ثات الخاصة بكيفية تأمين الأموال بالاعتماد على هذا التسلل، كبر همة من التنازلات حول التقانة وتوفير حلول لذلك العدد الذي لا يمحصى من المشكلات التقنية، والتسويقية هو ما سيحدد إن كان الإنتاج التجاري لعزيمات خلايا الوقود، الذي يشكل قلب الرخي في اقتصاد الهيدروجين المقترح سوف يتوافر بعد 10 سنوات أو بعد ٢٠ سنة

طريقتهن على جعل الكهرباء تُسري عبر الماء، الذي سوف يستجيبه التي خذره يقرب (٢٠٠٠) درجة سيليزية، وعندما ينسهر خلية الماء إلى هيدروجين وأكسجين، يقدم مصنفاء خرفهه بجنر الأكسجين عن الهيدروجين، ويملك الهيدروجين الناتج نصف همة الطاقة التي استُخدمت في إجراء العملية، وهذا أفضل من الطرق الأخرى المنافسة

ويصالح مؤيد استخدام الهيدروجين بأن المصنع التي تثار حول النية التنموية تشكل محاولة للتضليل، وفي هذا المجال يوضح «كامبل» أن الصناعة الأمريكية حاليا تنتج بين 50 و 6٠ مليون طن من الهيدروجين سنويا، وهكذا فإن الأمر لا يبدو وكأنه لا تنوافر أية مخزرات في التعامل مع الهيدروجين، لكن صناع السيارات لهم رأي آخر، حيث يشكو «H» كوهلر» (نائب رئيس أبحاث الهياكل وطاقة التشغيل في الشركة دايملر-كرايزلر) قائلا إن ما يراوح بين 50 و 60 في المئة من المشكلات التي تواجه خلايا الوقود تعود إلى الملوثات الموجودة في الهيدروجين الذي شترقيه من الصناعة، وهكذا يجب على المصانع الكيميائية أن تقوم بمواجبة لحل هذه المشكلة

ويُشبه «H» ماك كورملي» (المدير التقني لأنشطة خلايا الوقود في شركة جمرال موتورز) الاستثمار في عمليات إقامة بنية تحتية للهيدروجين في القرن الحادي والعشرين بـ«استثمار في بناء سكك الحديد في القرن التاسع عشر» وناشد، سكة لطر السريعة بـ

#### المؤلف

Steven Ashby

كاتب ومهندس في مجال الطاقة

#### مراجع إضافية

Available near:

- Ba Iard Power Systems [www.bellard.com/](http://www.bellard.com/)
- DaimlerChrysler [www.daimlerchrysler.com/dccom](http://www.daimlerchrysler.com/dccom)
- EDC Ovens [www.ovenic.com/](http://www.ovenic.com/)
- Ford [www.ford.com/en/default.htm](http://www.ford.com/en/default.htm)
- General Motors [www.gm.com/](http://www.gm.com/)
- Honda [www.honda.com/index.asp?bhcp=1](http://www.honda.com/index.asp?bhcp=1)
- PolyFuel [www.polyfuel.com/](http://www.polyfuel.com/)
- Toyota [www.toyota.com/](http://www.toyota.com/)
- Scientific American March 2005

## توجه جديد في معالجات مرض باركنسون

ثمة اكتشافات جينية وخلوية حديثة بين التقدمات في تحديد معالجات محسنة بخصوص هذا الاضطراب المتزايد انتشاره

أ. م. لورانو - < A. M. Kalia >

واختلال التوازن والتنسيق، هي أعراض من بين يصفها هذا المرض ويضاف إلى ذلك، أن بعض المرضى يشكون من صعوبات في المشي أو التحدث أو النوم أو التبول أو الأداء الجنسي.

نتج هذه الاعطال من موت العصونات ومع أن عصونات المصاب كثيرة العدد وتوجد في كل أرجاء الدماغ، فإن العصبونات التي تولد الناقل العصبي ' (الدوبامين dopamine) في منطقة الدماغ التي تدعى المادة السوداء substantia nigra إنما تتعرض للإصابة القاسية بوجه خاص وتنتشر إلى أن هذه الخلايا العصبية للدوبامينية الفعل dopaminergic هي المكونات الرئيسية للعقد القاعدية basal ganglia التي تمثل دائرة معقدة في أعماق الدماغ تتوالف وتنسق الصركات (انظر الإطار في الصفحة 26) ففي البداية، يستضع الدماغ أداء وظيفته بشكل اعتيادي أثناء فقدانه عصونات دوباينية الفعل في المادة السوداء مع أنه لا يستطيع توصيل العصوبات البقية ولكن حتى يتلاشى نصف عدد هذه الخلايا أو أكثر، لا يعود الدماغ قادراً على تعضية هذا المقدار ويندأ يولد هذا النقص التأثير نفسه الذي ينجم عن فقدان التحكم في مرور الطائرات في إحدى الطائرات الرئيسية (مثل تأخر بعض الرحلات ومواعيد إقلاع وحطتها وإلغاء رحلات)، ومن ثم

تعم العوضى لكن إجراء من الدماغ ذات صلة بالتحكم الحركي (وهي المادة) والعقد

أنه يمكن للمرض أن يهاجم الذين لم يبلغوا سن الأربعين.

لم يجد الباحثون والأطباء السريريون حتى الآن أي وسيلة لإبطاء أو وقف أو الحيولة دون مرض باركنسون ومع وجود علاجات لهذا المرض (منها العقاقير وتثبيته أعماق الدماغ)، فإنها تحذف الأعراض فقط وليس الأسباب ولكن في السنوات الأخيرة برزت بصغة تطورت وأعيدت مذكر على وجه الخصوص أن الباحثين الذين يدرسون الدور الذي تؤديه البروتينات في هذا الصدد، تمكنوا من الربط بين بروتينات مشوهة وأسس جينية لهذا المرض وسعت مثل هذه المكتشفات التفاوض متعدد توجهات جديدة لمعالجته

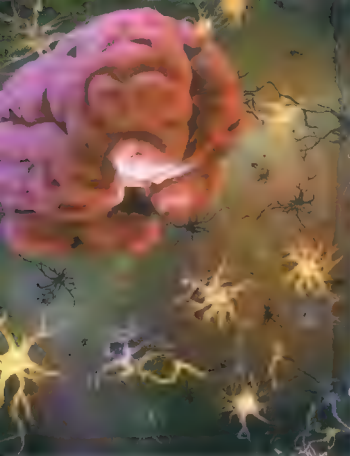
ومثلما يوحي الاسم الذي أعطي له في القرن التاسع عشر (شلل راجف)، وحسما يعرف الناس عن بعض الخصائص البازرة التي عانت مرضى باركنسون، مثل خاست ريمو وصمد على كلاي، و«ميشيل عوكس»، فإن هذا المرض يتميز باضطرابات حركية فارتعاش اليدين والذراعين وغيرها، وصلل الأطراف limb rigidity وبطء الحركة

إن مرض باركنسون، الذي وصفه الطبيب البريطاني «جيمس باركنسون» لأول مرة في السنوات الأوائل من 1800 بأنه «شلل راجف» shaking palsy، هو أحد أكثر الاضطرابات العصبية انتشاراً فوق ما تفكر الأمم المتحدة، هناك في العالم ما لا يقل عن أربعة ملايين مصاب بهذا المرض وتشير تقديرات أمريكا الشمالية إلى رقم يراوح بين الخمسة ألف والمليون من المصابين، مع تشخيص نحو خمسين ألف حالة في كل سنة ومن المتوقع أن تصاعف هذه الأرقام بحلول عام 2040 مع ثلثي أعداد المسنين في العالم وفي الواقع، فإن مرض باركنسون والأمراض الفئسية العصبية neurodegenerative الأخرى (مثل الزهايمر والتصلب الوعشي الضموري العصبي) في طريقها للحاق بالسرطان كسبب مؤد للوفاة ولكن هذا المرض ليس بالمرض المنتشر كليا على المسنين، إذ يصم 50 في المئة من مرضاه بعد الستين من أعمارهم، في حين يصاب به نصف عددهم الأحر قبل ذلك العمر إضافة إلى ذلك، فإن التشخيص الأكثر حدة لهذا المرض جعل الحيرا، يدركون بشكل متزايد

### نظرة إجمالية/ البروتينات ومرض باركنسون

- هو واحد من الأمراض العصبية ومرض باركنسون لا يمكن علاجه أو إبطاءه إلا الشكل المعوجج لمعالجته، والمثلث في الأنوية والجراحة، فإنها بقلات من أعراضه وحسب
- وقد فتحت المكتشفات الحديثة حول الحل الوظيفي للبروتينات وحول المرتكبات الجينية لمرض باركنسون سلا جديدة للبحث، ويضع الباحثون بعض النقاط حول إيجاد العلاجات جديدة
- ويمضي إلى ر محفز منظومي اعلى و لوجع لمرممين مع سنا محورا في هذا الاضطراب وبدأت تتكشف الأسباب الجينية لهذا الإحراق في المنظومين

NEW MOVEMENTS IN PARKINSON'S  
DISEASE: A REVIEW OF THE  
GENETIC AND MOLECULAR  
BASIS OF THE DISEASE  
AND THE  
ROLE OF THE  
DOPAMINE  
SYSTEM IN  
THE  
PATHOGENESIS



للقاعدية ' وقشرة الح ) لم تعد تعمل كوحدة متكاملة ومتناغمة

پروٹینات تسلك سلوكا سينا

في العديد من حالات مرض پارکسون يمكن أن يشاهد التلف في العُصَب بعد الموت على شكل تكتلات من البروتينات داخل العصبونات الدوبامينية الفعل للعامة السوداء. تصبح أن مثل هذه التكتلات البروتينية تميز كذاك مرض الزهايمر ومرض هنتنغتون ولكنها في حالة مرض پارکسون تدعى أجسام ليوي Lewy bodies. تبعا لاسم عالم التشريح الروسي الألماني الذي كان أول من اكتشفها في عام 1912 وعلى غرار الباحثين الذين يدرسون تلك الأمراض التنكسية الأخرى يناقش ماجنو مرض پارکسون فيما إذا كانت التجمعات البروتينية هذه هي نفسها التي تسبب التحريم، أم أنها دفاعية تدعى حاجدة إزالة الحريات السامة من العصبونات ولكن بصرف النظر عن مواقف هؤلاء الباحثين، فإن معظمهم يوافق على أن فهم هذه التكتلات يمثل مقارا فهم مرض پارکسون.

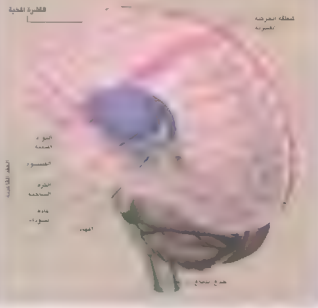
تحتل عمليتان حيويتان مركزاً محورياً في هذه القصة المازعة وهما الطي البروتيني protein folding والإزالة البروتينية protein elimination. فالحللا تصنعون البروتينات (التي هي سلاسل من الحمض الأميني) بالاستناد إلى معلومات مسجلة في نفا DNA الجينات وأثناء توليد البروتينات تقوم جزيئات تدعى شaperونات chaperones بضغطها لتجدها في شكل folded. أما إذا لم تقم بعملها فيجدها في شكل غير مطوي (unfolded) مما يربطها بمرحلة

و «تحقق» منظومة البروتينات ليس  
مما، فإن البروتينات لا تطوي بالشكل  
المناسب في المقام الأول، أو تصبح تلك  
البروتينات التي لم ينفك طيها بشكل صحيح  
هذه بالطرح disposal بواسطة ما  
يُدعى منظومة بروتين-بروسوم  
ubiquitin-proteasome system في المقام  
أولاً، في البداية، يرتبط البروتين الذي

من العلماء، يعتقدون أن مرض پاركنسون  
يولد حيث يعمل، لأنه يصومي سدايرو  
الوسكوثي، ويترجم، وبفكر هؤلاء العلماء،  
أن سدايرو قد عرض قد يخبر  
بما يصعبه، بعد بعض المشاكل في  
أخلف في عصبونات لديه أسودا، تصق  
بشالا من الإجهادات الخلوية [انظر معهم  
ر. ب. كسوي، *العلماء*، العدد ١١٦٠، ص ١١٦٠  
هر ٢٠٠٢]، حسب هذه الأبحاث، اختصار  
في مرض پاركنسون، أسسها نصت وبفكر  
بكر، هذه أساطير، ذات في لديه لا  
جميع البروتين، زيادة بجمعه، بما يحدث  
بعض شيئا، من السبب في شاعها، بكمه

[illegible]

في معظم الحالات يحدث الموت الخلوي في المادة السوداء، التي تتحكم في الحركات الإرادية والتي تساعد على تنظيم ادراج ومع أن بقية الدماغ تستطيع في البداية التعويض عن ذلك، فإنها لن تتمكن من ذلك حيوياً بقليل 50 إلى 80 في المئة من الخلايا في المادة السوداء. وبعد تلك المرحلة على الأجزاء الأخرى من الدماغ المشاركة في التحكم الحركي والتي تنحصر ببقية النخاع من الطبقة القاعدية (التي تعتمد للغة السوداء جزء منها) وأمداد وفيرة الدم، لن تتمكن من العمل معاً فتصبح الحركات ممكنة وممارح السيطرة



حبيبية حساسة عوامل ميثنية معينة (مثل مبيدات الهوام أو كيميائيات أخرى غيرها) [انظر الأظفار في الصفحة القابلة]. تعاني العصبونات في المادة السوداء، لذلك الشخص مسرعاً من الإسهال وتراكم "المزيد من البروتينات السيئة الطيات على نحو يفوق ما تراكمه الخلايا ذاتها في الأشخاص الآخرين، أما في الخمسة في المئة المتبقية من المرضى، فيظهر أنه يجري التحكم في مرض ياركنتسون عبر الوراثةيات genetics شكل تام تقريباً وقد أسهمت اكتشافات السنوات الثماني الماضية للناجم عن صلة بين الطفرات وتكس البروتينات المشوكة أو بينها وبين إبطاء الآلية الوقائية protective machinery وأسنوات شكلت هذه التصرات الحبيبية أكثر الإحاثات العلمية إثارة في هذا المجال

أخرى من الخلية ومن ثم تهاشم الشابيرونات عملها في فك الطيات وتبدأ منظومة الطرح disposal system بإزالة تلك البروتينات التي لا يمكن إعادة تشكيلها ولكن حين يعطى توليد البروتينات السيئة الطيات على قدرة الخلية على معالجة تلك البروتينات تنشأ المتاعب بمعنى أن منظومة اليوبيكويتين-بروتينوروم تصير مشبعة والشابيرونات ناصبة، وتتراكم البروتينات السامة ويتبع ذلك موت الخلية يعتقد الباحثون الماصرون لهذه العرضية بأنها يمكن أن تفسر شكلين من مرض ياركنتسون فهناك ما يقدر بنحو 95 في المئة من المرضى يعانون مرضاً فُرايياً sporadic disease ينجم عن تفاعل معقد بين الجينات والبيئة فعندما يواجه شخص ذو خلفية

وفي عام 1997 حدد 46 بوليميروربولوس وملائق [في المعاهد الوطنية للصحة] هوية طفرة في جينة تخلص بروتينا يدعى ألفا سينوكليين alpha-synuclein لدى عائلات بطلية ويومانية مصابة بشكل موروث من مرض ياركنتسون إنها طفرة قاهرة صغيفة جسيمية autosomal mutation، بمعنى أن نسخة واحدة (من الأم أو من الأب) تستطيع وحدها أن تثير المرض صحيح أن الطفرات في جينة ألفا سينوكليين سادرة جداً فهي لا تفسر إلا ما يقل كثيراً عن الواحد في المئة من حالات المرض. ولكن تصيد الصلة بين البروتين encoded protein ومرض ياركنتسون يطلق انفجاراً من النشاط ويرد ذلك في جزء منه إلى كون ألفا سينوكليين، سواء العادي منه أو غير العادي، قد وجد للتو أنه يؤلف واحداً من البروتينات التي تتكس في التكتلات البروتينية ويفكر الباحثون بأن التوصل إلى فهم أفضل لكيفية حدوث الطفرة المؤنية إلى مرض ياركنتسون يوفر دالات حول الآلية الناطمة لتشكيل جسم ليوي Lewy في الخلايا المولدة للدوپامين التابعة للمادة السوداء لدى المصابين بالشكل الفُرايى sporadic لهذا المرض

تكون جينة ألفا سينوكليين بروتينا صغيفاً جداً لا يتجاوز طوله 144 حمضاً أمينياً، ويعتقد أن لهذا البروتين دوراً في موضوع الشاشير signaling بين العصبونات فالطفرات تسبب تغيرات بالغة الصغر في تسالي العصبون الأمينية لسيوتر وفي الحقيقة، تعرف اليوم بصفا من هذه الطفرات تتسبب اثنتان منها في تغيير حمض أميني واحد في مشتالية الجينة وقد أظهرت دراسات على ذباب الفاكهة والديدان الخيطية والفئران أنه إذا ما تولد ألفا-سينوكليين طائفة بكميات كبيرة، فإن هذا الناتج يسبب تكس العصبونات الدوپامينية الفعل ويعصي ذلك إلى اعتلالات حركية وثمة دراسات

Brain Regions Affected By Parkinson's  
The Genetic Factor  
حالة صعبة تحدث من دون انتظام  
2005-09-09



## العلاجات الحالية

يتمحور الأطباء، مقارنةً أساسية في معالجة مرض باركنسون، أساساً حول بول دواء ديفرنت، وتكملة تشخيص ذلك بما سوى تشخيص المرضي على سوا، يظهرون إلى استراتيجيات جديدة في العلاج

يحاكي الأدوية بدون أن تسبب تأثيرات جانبية، وتستخدم اليوم أشكال مختلفة من شبيه اعطاك الدماغ في اضطرابات عصبية عديدة. إذ، يوضع للتحريك في إحدى العقدين القاعدتين، مرضى باركنسون (ذلك في الكرة الشاحنة أو الكرة تحت الهاتية) ويوصل جهاز مزود للنسبات مرضى في صدر، مرضى (استبدال الصرع) وعلية تمت الموافقة PROSARCA بمنتجات كبريتية (90 ميكروغرام) وثلاثة قطرات، يصل معها إلى 185 بوصة في الثانية، مع العلم بأن هذه المادة تتعد الاستبدال كل خمس سنوات

لقد ذكر رائد هذه التقنية أوغداً A. بن عابد، PhD، بول (من جامعة كيربولغ بفرساي) أن مثل هذا السبب يقلل إلى حد كبير الاهتمام بالمرضى والتصلب، وهي الواقع، أصبحت هذه التقنية في العقد العاشر دعامة أساسية في معالجة مرضى ما يقدر بثلاثين ألفاً من المرضى لهذه المراجعة. وقد شكر بعضهم من أن يقلل جرعات الأدوية التي يتناولونها بينما توقف البعض الآخر كلية عن تناولها ولكن في الوقت نفسه، لا يمكن لهذه اعطاك الدماغ أن يسع المرض من التقدم، كما لا يمكنه تفرغ

التهلكات المعرفية والكلام والتوازن التي يمكن أن تشع عن هذا المرض

وعلى الرغم من نجاح شبيه اعطاك الدماغ، مثل هذا سبب عديدة من جهة أخرى ليس واضحاً ما إذا كان الصمم يشابه globus pallidus أو المواد تحت النواة subthalamic nucleus هذا أفضل يحصل إلى ذلك أن الأدوية الكهرومائية والتجريبية التي تحسن بوساطتها الطاقة الكهربائية مرضى باركنسون تقى معالجة إلى الصمم مع العلم بأن الكثير من البيانات لا تزال متضاربة على سبيل المثال، عداد الباحثون أن يكتروا بأن شبيه اعطاك الدماغ يعمل بنفس الأسلوب الذي تزييه تقنية أحدث الأدوية وذلك عبر تعطين الحلال، ولكن هؤلاء الباحثون اكتشفوا موقراً: أن هذه العملية قد تسبب اضطراباً firing أسرع لطبقات العصبية impulses

تتمتع العلاجات الرئيسية أدوية تحاكي الدوايح ومركبات تستخدم في صناعة الدوايح في الدماغ (مثل مركب ليفونوبا levodopa) وأدوية تشع تلك الدوايح، وشبه مصممة أدوية أخرى تشع فعلها في بعض المنطوقات غير الدوائية التي تتأثر مرضى باركنسون، بما في ذلك المنطوقات التي تديرها النفاذ العصبي المعروف باسم الاستيوليات والكوتونات. وهذه الأدوية تعيد، أثناء الاطوار الأولية لهذا المرض ولكن استخدامها للتواصل يمكن أن يصعب إشكالي، ويذكر من تأثيراتها الصارة الطويلة الأمد مشاهدة التبدلات غير المتما بها من مناز الوظيفية لمركبة الجينة ونترات الفحم breeding وكذلك الرغاش hemor والمصطب nrf2 يساهم إلى ذلك في بعض الأدوية يمكن أن تسبب حركات أو وقف غير إرادية يطلق عليها عسر الحركات dyskinesia) وتغير بشكل خاص لدى المرضى الشباب وتكون مفعلة إلى حد كبير

### مقدمة عامة

مع بداية القرن الماضي، اكتشف الباحثون أن تلاف عدد صغير من الخلايا في المسارات الحركية الدماغية يمكن أن يقلل من الرعاشات التاركونية ومع أن هذا الإجراء، غالباً ما يسبب صعباً عصبياً، فإن المرضى كانوا يفضلون ذلك على الارتعاش وبمقدوره، في عام 1936 عند الجراحين إلى إيداء العقد القاعدية فلاحظوا مزيداً من التحسن للمرضى لدى المرضى بداء باركنسون. وبما أن إزالة الخلايا التي تشع بسمو، السلوك (أي تلك الخلايا ذات الاضطراب السعي أو الاضطراب المفرط) اتاحت لمانحي الدماغ أن يعمل بشكل سوي ولكن لسوء الحظ لم يكن أحدث هذه الأبحاث على مثالي، فإذا لم تتمتع الخلايا بالشكل المصبوط أو إذا تسببت كلاً من الاعراض من الدماغ فإنها قد تسببت تشابهاً بوزي الكلام وبعضها إلى مشكلات معرفية cognitive problems وهي السمعيات من القرن الماضي، اكتشف الباحثون أن تشبه الكهربي العالي التواتر لأجزاء من الدماغ يمكن أن

التكس لدى البشر، أو إيجاد علاج حبيبي يطبق إنتاج الشايبيريات المطلوبة يضاف إلى ذلك، أن الباحثين وجدوا أن زيادة كمية بروتين باركي الاعتيادية في الخلايا تقللها من التكس العصبي الناتج من البروتينات الصارة ذات الطي السيئ، ولكننا سنحتاج إلى المزيد من الدراسات لتقرير ما إذا كانت مثل هذه المداخلات يمكن حلها تصلح للشعر وإضافة إلى متابعة الدلائل الأولى التي برزت من المكتشفات الجينية والمرتبطة

تخليط الاعراض، بمعنى أنها تحد بالفعل من التفس العصبي neuronal degeneration المسؤول عن تقدم المرض. لقد أثرت هذه الاستراتيجية مثيرتين للاهتمام وقد وجد أن زيادة مستويات الشايبيرينات في خلايا المادة السوداء تقى من شروخ التكس العصبي بوساطة الفاسيبوكليز الطلفر في الحيوان وأظهرت دراسات حديثة باستخدام نماذج دبابية العاكهة فرض باركنسون أن العقاقير التي تثير نشاط الشايبيرين يمكن أن تمنع وقاية من السممية العصبية neurotoxicity وربما يمكن ذات يوم تطوير عقاقير شايبيريوية النمط تحد من

هذه الحينة كذلك بالامتقلاب (الأض) metabolism وتظهر في مرضى باركنسون العائلي بيد أن الباحثين لم يقطعوا شوطاً طويلاً في فهم دقيق للأخطاء التي تسببها جميع هذه الطفرات

### سبل جديدة للمعالجة

لما كانت التغيرات التي وصفتها للتو تتصم جزئيات يمكن تغيير شاطها بشكل فعال أو محاكاتها بالأدوية بطرق تحد من الموت الخلوي، فإن هذه الاكتشافات يمكن أن تقود إلى علاجات تعمل ما هو أكثر من

Current Therapies -

Formulating the Brain, by Mark S. George

[Scientific American, September 2003]





## البروتينات ومرض باركنسون

### الطلي البروتيني في الخلايا السوية

في الخلايا السليمة تصبى  
مصفقات تدعى الشابيرونات ان  
تطوى البروتينات بشكل صحيح  
(في الأعلى) فجميعاً لا تطوى  
البروتينات بشكل صحيح (د) أو  
إذا سمح نوع من الإجهاد للخلية  
لتحد البروتينات ذات الطلي  
شكلاً منظماً من  
الشابيرونات تقوم إعادة طلي  
تلك البروتينات

إذا اُخذ البروتين في  
ان تطوى بشكل صحيح

إذا تواصل إجهاد البروتين  
في ر سمكون شكل صحيح

دكي ب بعض سلطنة الشابيرونات هذه وهي بروتين د  
استطاعوا بشكل جيد صحيح فان بروتين الشابيرونات  
منظومة طرح القمامة يستطيع إزالة قبل ان يسبب  
في البداية يربط البروتين السمي بروتين جريبات  
البروتينات بالبروتين المنظوم الطلي، ثم يفرغ البروتينات  
البروتينات ان وفقت البروتين إلى المحوس الأحيوية للخلية  
والتي يمكن الاستفادة منها في جهة أخرى داخل الخلية

ربع الدولار المعدني في أعالي مجموعة  
المرضى وهذا يقوم الأنبوب بإيصال جرعة من  
الفيروس تقوم بدوره بنقل نسخ من الجينة  
إلى داخل عصيبيات المواة تحت المهادية  
وينبغي أن لا تكتفي المادة الكيميائية المتحورة  
بتهنئة العصيبيات المعرطة النشاط والتي  
تستقر في تلك المنطقة، بل يمكن أن تسير  
إلى مناطق دماغية أخرى معرطة النشاط

ربما تستلزم هذه المعالجة الممكنة التي  
تعرضت لفاشحات حامية، اعتراس خلايا  
تحل محل الخلايا التي ماتت وكانت  
العكرة غرس خلايا حبيبية جذعية  
embryonic stem cells أو خلايا جذعية  
كحلة لاستئصال هذه بالخلايا غير المتمايزة  
كي تصبح عصيبيات مولدة للدوبامين ولما  
كانت الخلايا الجذعية الجنينية مأخوذة  
من أجنة أصهارها أياها وتحلقت أثناء  
الإلقاح في المختبر، فإن استخدامها أمر  
كثير الخلاف صحيح أن هناك أسئلة  
أخلاقية قليلة تكتنف استخدام الخلايا  
الجذعية الكحلة المأخوذة من أنسجة  
البالغين، بيد أن بعض العلماء يعتقدون أن  
العمل على هذه الخلايا أكثر صعوبة من  
الخلايا الجذعية الأخرى

وعلى الرغم من التقدم المهم في تحديد  
الإيماءات الجينية والوصفات الجينية  
لدمج الخلايا غير المتمايزة إلى توليد  
الدوبامين، مما من أحد يعرف ما إذا كان أي  
نوع من الانحطاس transplantation سيكون  
استراتيجية مثمرة بالفقر الذي كان مأمولاً  
وقد أصبحت تصارب مسريرية على المادة  
الحبيبية تستخدم البروتوكولات الأكثر دالة  
وأظهرت هذه التجارب مئات الآلاف من  
الخلايا المفترسة المولدة للدوبامين والبالغة  
على قيد الحياة في المرضى، بيد أن الفوائد  
الوظيفية كانت على أحسن تقدير متواضعة  
وغير متسارعة منطقياً، كما رافقت المعالجة  
تأثيرات عكسية خطيرة تنصص عسر الحركة  
(حركات لي ولف غير متوقعة) ويحاول العلماء  
حالياً أن يجدوا لماذا لم يكن الاعتراس معينا  
أكثر ولماذا نشأت تأثيرات جانبية، ولكنهم لم  
يجروا حتى الآن تجارب بشرية في هذا

عن التحلل الإشعاعي لاختلاف النظائر في هذه الصخور القديمة تعتمد على الثابت  $\alpha$  ويهتبر تحلل بيتا، أي تحول الرينيوم  $^{187}\text{Re}$  إلى أوزميوم  $^{187}\text{Os}$ ، التقديرات الأكثر حساسية وطبقا لأبحاث حديثة أجراها K- أوليفر [من جامعة مينيسوتا] و M- بوسهيلوف [من جامعة فيكتوريا] في كلوربيد كيمي تكوّنات ورمالهما، فإن قيمة  $\alpha$  كانت حين تكوّنات الصخور، في حدود حزاين من  $10^5$  في قيمتها الحالية. وهذه النتيجة أقل دقة من نتائج أوليفر، ولكنها أقدم كثيرا، إذ تعود إلى نشأة المجموعة الشمسية قبل 4.6 بليون سنة.

ويجب على الباحثين لاسم التعبير المكنة عبر فقرات زمنية أطول من ذلك أن يهتموا بمراقبة السماوات عاكضو. يستغرق بلايين السنين حتى يصل من مصادر فلكية متعددة إلى مراصدنا ثلاثة يحمل صورة لحظية (لفظة) للكويزين والثوات الفيزيائية حينما بدأ رحلته أو عندما لاقى مادة أثناء الرحلة. تدخل علم الفلك إلى قصة الثوات فور اكتشاف الكوازارات عام 1965. كانت الفكرة بسيطة، فقد تم تعرّف الكوازارات المكتشفة نوا باعتبارها مصادر ضوئية لاسعة تتوضع عند مسافة هائلة من الأرض ونظرا لأن مسار الضوء من الكوازار إلى الأرض طويل جدا، فإنه لأمناس من تقاطعه مع الضواحي الغازية للسجرات الفلكية يمتص ذلك الضواري ضوء الكوازار عند ترددات معينة، فطابقا بذلك «باركود» barcode من خطوط متقاربة على الطيف المسجل للكوازار (انظر الأطار في الصفحة 36).

وكلما امتد الغاز الضوء فزعت Nuclear Penetration ١١  
Overview: Complexes of Physics ١١١  
[11] [الطار] by George A. Cowie, "Natural Power Reactor"  
[Scientific American, July 1978]  
www.scribd.com  
Appended ١١

[11] الكوازار Quasar جرم شدة نجمي، يبدو في الفصل المرصد، كمنبع ضوئي شديدا جدا، كما يسمي لكنه يقع على حافة الكون وهو، يحصل الضوء يصدر موجات راديوية، وهي ما أنت التسمية وقد تم اكتشافه عام 1965 ويبدو أن هناك العديد من الكوازارات في الكون زرع أن خمسة الميكر من حجم مجموعتنا الشمسية، فإن الطاقة المنفجرة منه أكبر مائة ألاف مرات من الطاقة المنفجرة من كامل درب التبانة ويعتقد معظم الفلكيين بوجود ثقب أسود (كثافته أكبر بمقدار  $10^9$  من كثافة شمسنا) في مركز كل جرم شدة نجمي (التأثير)

وقد يبدو هذا الأمر تأكيداً مثيراً على حدوث اشدة، لكن سنوات ثلاثاً ليست سوى لحظة في عمر الكون ومن الممكن أن تحدث تغيرات بطيئة ولكن جوهرية أثناء التاريخ الكوني الطويل دون أن تتغير أبداً.

ولنحسب الخط وجد انفيربايوس اختبارات أخرى خلال سبعينات القرن العشرين، لاحظ علماء من لجنة الطاقة الذرية الفرنسية شيئاً غريباً يتعلق بالتركيب النظائري لخاص من منجم يورانيوم في «أوكلو» Oklo باليابون في غرب أفريقيا، يشبه نواتج فضلات مغناطيس نووي لإيد أن «أوكلو» كان منذ نحو بليون عام، موقعاً لمفاعل طبيعي.

لقد لاحظ «أوكلو» شلايختر [من معهد الفيزياء النووية في سانت بطرسبرغ روسيا] في عام 1976 أن قدرة المفاعل الطبيعي على العمل تعتمد بصورة حاسمة على الطاقة المضبوطة لحالة خاصة من نواة السماريوم-149. تسهل استمر capture النيوترونات وتعتمد هذه الطاقة بدورها حساسية عالية على قيمة الثابت  $\alpha$ ، ومن ثم فالتفاعل المتسلسل لا يمكن أن يحدث إذا ما اختلفت، ولو قليلا، قيمة ثابت البنية الدقيقة لكن تفاعلا قد حدث، مما يعني أن الثابت لم يتغير بكثير من جزء واحد من  $10^9$  طوال البليون سنة الماضية (يوافق الفيزيائيون مناقشة النتائج الكمية الصحيحة بسبب حالات الارتباك الحتمية حول الظروف داخل المفاعل الطبيعي).

بدأ «D» «بيبلز» و«R» دايك [من جامعة برنستون] في عام 1962 تطبيق مبادئ مماثلة على النيازك، ذلك أن نسب الوفرة الناضبة

قيمة الثابت  $\alpha$  أكبر من اللازم فإن الانوية الذرية الصغيرة لا يمكن أن توجد لأن التناثر الكهربائي لبروتوناتها سوف يثبط القوة النووية الشديدة التي تربط هذه البروتونات معا. وقيمة كبيرة في حدود 0.1 سوف تسف الكربون إلى آخر.

إن التفاضلات النووية في النجوم حساسة للثابت  $\alpha$  بصورة خاصة. ولزم لحصول الاندماج أن تنتج ثقالة النجم درجات حرارة عالية بما يكفي لدفع الانوية نحو بعضها بقوة على الرغم من ميلها إلى التنادد عن بعضها بعضا. وإذا رادت قيمة  $\alpha$  على 0.1 فإن الاندماج سيكون مستحيلًا (إما لن يضبط التوازن بعوامل أخرى مثل النسبة بين كتلتين الإلكترون والبروتون) ومجرد حدوث انزاح قدره 4 في المئة في قيمة الثابت  $\alpha$  من شأنه أن يغير مستويات الطاقة في نواة الكربون إلى حد يوقف إنتاج هذا العنصر بواسطة النجوم.

## التكافؤ النووي

والمشكلة التجريبية الثانية، الأكثر صعوبة، مؤداها أن قياس التغيرات الحادثة في الثوابت يتطلب أجهزة عالية الدقة تبقى مستقرة مدة طويلة كافية لتسجيل أي تغيرات. وحتى الساعات الذرية لا يمكنها أن تكشف حدوث الانحرافات في قيمة ثابت البنية الدقيقة إلا على مدى أيام، أو سنوات على الأكثر. فإذا تغيرت قيمة الثابت  $\alpha$  أكثر من أربعة أجزاء، في  $10^{15}$  على مدى ثلاث سنوات، فإن بعض الساعات ستسجلها لكن لم يتم إحراز أي شيء في هذا الشأن.

## نظرة إجمالية / ثوابت علم الفيزياء

تقرّر معادلات الفيزياء كميات مثل سرعة الضوء ويفترض الفيزيائيون بصورة روتينية أن هذه الكميات ثابتة. أي إنها لاخذ نفس القيم دائما في كل مكان وزمان.

على مدى السنوات الست الماضية ساء لولفان ومعدومودع عن صحة ذلك الفرض وحاولو من مقارنة رصود، اختبارات، ملاحظات المرحمة المحمودة - ر. نمرضوا على ر العناصر استخدمت التي وحذب في الماضي المعيد اعلمت الضوء بطريقة مختلفة عذ فعلته بعض رصود نفسه. يوم ويمكن تفسير ذلك «الانحراف استدار» التي يعرف في حد الثوابت، هو المعروف خانات امنية التنبية، نصفه أجزاء لكل مليون جزء.

«هذا المعر» اما ما يستند على الرغم من أنه يبدو ضيقا، سوف يكون إيجابا ثوريا، لأنه سوف يعنى أن الثوابت التي تم رصود بدست علامة ثابتة ويمكن أن تكون الشارة التي (بصافية بلكان) (الضياء)

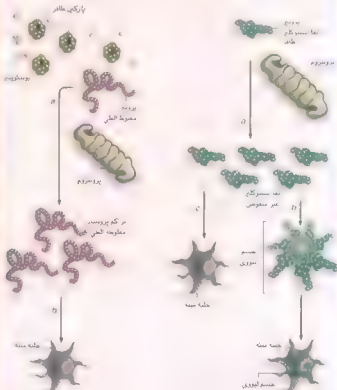
واخيرا، واصل الباحثون استقصاء وتشديد المقاربة بواسطة تنبيه اعماق الدماغ، أي بتطبيق نبضات كهربائية وقد استمر ٥٠ ثانية، وزلاؤه (في طاقم مستشفى فريديريك جوليوي في أورسي بفرنسا) أن التنبية اللطيف لسطح الدماغ يمكن أن يخفف أعراض مرض پاركنسون في سنساييس الرياح الحاصية بشكل من أشكال مرض پاركنسون وهناك تجارب سريرية شتى طويعها في فرنسا ودول أخرى لتحديد ما إذا كانت هذه المداخلة الجراحية تصبح بالدرجة نفسها من الفعالية في البشر ومع أن بقاء الكثير مجهولا حول مرض پاركنسون، فإن التنبضات الجينية والظرفية التي رأت النور في السنوات القليلة الماضية وحدها تعتبر مشجعة للغاية فهي تعث أملا جيدا لمعالجات تضاف إلى المعالجة الزاهية كي تبطل تقدم المرض وتحسن التحكم فيه.

عملاً معاً يصنع سبي، نريماً أثناً معاً مواحي ممتلئة  
من مرض ياركسنون، لوزنقو، الذي ولد في إسبانيا  
وهو يحمل على الكتفونه في الضيق من جامعة أوتوا،  
هو اقتصاد الجراحة المصممة الأورغانية  
والاستيريو تكتيكية في جامعة تورنتو. وقد كرّس أبحاثه  
لظهم أسباب مرض ياركسنون والتطوير معالجات  
جراحية مبتكرة. أما كاتالينا، فقد حملت حديثاً على  
الكتفونه حيث تركب نعل على يدي جريشات  
التي يورن مرض ياركسنون.

**Neurodegenerative Diseases: A Decade of Discoveries Paves the Way for Therapeutic Breakthroughs** Mark S. Forman, John Q. Trojanowski and Virginia M. Y. Lee • *Nature Medicine*, Vol. 10, pages 1055–1063, 2004.

لاستاد و بها فی تہذیب و تمدن و امور معارف و احکام و تقصیر و فی جمیع الاحوال قدر من التوضیح و التوسیع  
مختصراً بسبب عدم اترک ادمی

الأسباب غير معروفة تماماً، تحقق المنظمة الشاعيرية والبروتستانتية لدى الناس الذين يصعدون مرصعي بناء، كما تشير إلى أن تركيزهم على مطاردة الطي في الحلالا إلى الشاعيريات لا يستطيع الواحدة إلى أن المنظمة برصومها لا تستطيع اكتشاف البروتيات أصالة الماسرة الكافية هذا التراكم بشرى على إتلاف العصبيات الضامة وتقلها. وتحتوي فركات جديدة حيداً إلى الأشكال الصافرة لأشفيى من البروتيات، فيما الحافسيونكلم (أى الحصى) ولكن (أى الحصى)، قد تعيد في تحديد الطبيعة الشاعيرية ومنظمة أطرح البروتيني



وفي حالة الباركنز، تخفق النسخ الطافرة في إضافة اليوبيكيتين إلى البروتينات المخلوطة الخلوي ونتيجة لذلك لا يستطيع اليوبيكيتوم تفكيك البروتينات (e في الأعلى). الأمر الذي يسبب الموت أخيراً (b) وتشير إلى أن الباركنز الطافر لا يسبب تكوين أجسام ليوي.

بمعنى طرفة بادرة حد في جملة ألفا سيولوجي، يستعمل  
 في رسم مرض فيزيولوجي عبر توليف شكلها من  
 اليرموح، فمما انعكس في جروموسومات ألفا  
 ذكرى وفي شأه التي في جسم لحيوي يمكن  
 في بعض الأحيان وجوده في مجموعة من  
 ألفا سيولوجي العاخرة التي تنهي في جسم بيولوجي  
 (b) قد تكون أقل إنشاداً في البداية من نسخ  
 البروتين التي تحول في الطليعة الضمنية مسببة اختلافها  
 (c) ديم (d)

## ثوابت فيزيائية متغيرة

هل تتغير مع الزمن الكيفية التي تعمل بها الطبيعة داخليا؟

د. دارو - د. ك. وبي

قوى الطبيعة المختلفة، ويستحيل فيه وجود جسيمات مثل الإلكترونات أو بنية مثل ذرات الكربون أو جزيئات الحمض DNA وإذا حاولت المغامرة بدخول ذلك العالم الخارجي، فإنك سوف توثق كيونتك

وهكذا نجد أن نظرية الأوتار تعني بـ"الد" اليسنى وتأخذ باليسرى، إذ إنه تم استنباطها حرنيا لتفسير القيم الاختيارية arbitrary للثوابت الفيزيائية، في حين تصحى معادلاتها الأساسية على مضعة وسطاء (معاملات) اختيارية، وحتى الآن لم تستطع نظرية الأوتار أن تقدم تفسيراً للقيم الثوابت المغسية (الخروسة)

### مسطرة يمكنك أن تثق بها

يمكن أن تكون كلمة "ثابت" في حقيقة الأمر تسمية مغلوطة، فالثوابت التي نعرفها يمكن أن تتغير في كل من الزمان والمكان ولو تغيرت الأبعاد الإضافية للمكان في الحجم، فإن الثوابت، في عالمنا الثلاثي الأبعاد سوف تتغير معها وإذا ما نظرنا بعداً بصورة كافية في الفضاء، فربما يبدأ مكتشف مناطق تكون "الثوابت" فيها استقرت واتخذت قيمة مضطربة ولقد حصل الباحثون منذ ثلاثينات القرن العشرين أن الثوابت يمكن أن تكون غير ثابتة وتسمع نظرية الأوتار على هذه الفكرة معقولة نظرية وتجعلها الأكثر أهمية من كل ما عداها

من أربعة أبعاد للفضاء، المكان والزمان، فتزبد إلى سبعة أو أكثر ويقضي أحد التضمينات بأن الثوابت التي نرصدها يمكن في الواقع ألا تكون حقاً ثوابت أساسية إنها توجد في الفضاء دي الأوج البدي، ونحن لا نرى سوى "ظلالها"، الثلاثية الأبعاد فقط هي غضون ذلك بدأ الفيزيائيون يدركون أيضاً أن قيم العديد من الثوابت الفيزيائية ربما تكون مجرد نتيجة ظرف عرضي في فترة مكررة من التاريخ الكوني خلال أحداث عشوائية وسيرورات الجسيمات الأولية والواقع أن نظرية الأوتار تسمح بوجود عدد هائل ( $10^{500}$ ) من "العوالم" الممكنة لها

مجموعات من القوانين والثوابت المتساوية ذاتها والمختلفة فيما بينها" وحتى الآن، ليس لدى الباحثين أي فكرة عن سبب اختيارنا لهذه التوافقية والدراسة المستمرة يمكن أن تختزل عدد العوالم الممكنة إلى عالم واحد لكن يجب علينا أن نظل مهئين لتغير احتماس متدرة للأصابع مؤداها أن كوننا المعروف ليس إلا واحداً من أكران عديدة - أي إنه جزء من كون مضاعف متعدد الأجزاء (العوالم) multiverse - وأن الأجزاء المختلفة من الكون المتعدد تبدي حلولاً مختلفة للنظرية وليست قوانين الطبيعة التي نرصدها إلا مجرد نسخة واحدة من معطيات عديدة للقوانين الداعية المحلية (إنظر "أكون متكافئة"، العددان 12/11 (2003)، ص 4]

لا يمكن إذاً أن يكون هناك تفسيس إضافي للعديد من ثوابتنا العديدة إلا كونها تشكل توافقاً نادراً يسمح بظهور الوعي ويمكن أن يكون عالمنا المشاهد واحدة من وأحات عديدة متفرعة محاطة بفضاء لانهايني غير ماهول - أي مكان سريراتي - تتحكم به

بعض الكميات لا تتغير أبداً، ويسمونها الفيزيائيون "ثوابت الطبيعة"، ومثل هذه الكميات الفيزيائية الثابتة، كسرعة الضوء، (c) وثابت أسكنه لندس (G) وكثافة الإلكترون (me)، يفترض ثباتها في كل زمان ومكان هي الكون مهم بمنزلة سلسلات الجواء scaffolding التي تقام حولها نظريات العيرب وتحدد سمة الكون الذي نعيش فيه ولقد تقدم علم الفيزياء بفصل النجاح الطرد في إحراز قياسات أكثر دقة للقيم هذه الثوابت

وعلى الرغم من ذلك فالملاحظ أن أحداً لم يوافق بعد في التثبت بأي من هذه الثوابت أو تفسيرها فالفيزيائيون لا يعرفون سبب اختيار هذه الثوابت قيمة عديدة معينة: حيث نجد في انظام الدولي للوحدات SI أن مقدار c هو 299 792 458 و G هو  $6.673 \times 10^{-11}$  و  $m_e$  هو  $9.10938188 \times 10^{-31}$  وهي أعداد لا تتبع نمطاً يمكن إرناكه أو تمييزه والحيط الوحيد الذي يربط بين هذه القيم هو أنه إذا كان عدد منها مختلفاً ولو قليلاً لما أمكن وجود بى نزية معقدة، كما هي الحال في الكائنات الحية وكانت الرغبة في تفسير الثوابت الفيزيائية إحدى القوى الدافعة وراء الجهود المبذولة لتطوير نظرية موحدة وكاملة لوصف الطبيعة أو "نظرية كل شيء"، وقد أمكن الفيزيائيون أن توضح مثل هذه النظرية أن أيًا من ثوابت الطبيعة يمكن أن تكون له قيمة قيمة واحدة ممكنة منطقياً وهذا من شأنه أن يكشف عن ترتيب أسامي لما يبدو في الطبيعة من عشوائية

إن حالة الثوابت الفيزيائية صارت في استنوت الأخيرة أكثر تشويشاً فقد وجد الباحثون أن أفضل نظرية مرشحة لكل شيء، وهي نظرية الأوتار المسماة "النظرية M"، تكون متنسقة ذاتياً فقط إذا كان للكون أكثر

(١) الثوابت الاسمي INCONSTANT CONSTANTS  
A Puzzle You Can Trust  
theory of everything (١)

١. نظرية كل شيء  
٢. نظرية كل شيء  
٣. نظرية كل شيء  
٤. نظرية كل شيء

(٢) الفيزيائية قوى الواقع التعديري عن إشعاع العقل  
الخاص بظهور غير مستطوع وغير مترافقة (التحيز)



قد يصعب فهم كيف ستكون  
بالتام إذا ما كان ثوابت الطبيعة  
قيم مختلفة فعلى سبيل المثال ما  
يمضي مناس التمهيد بالقيمة  $\alpha$   
يساوي  $1/137$  تقريبا وإذا كان به  
قيمة حرج في البدء وبما أنه  
سمانرا يجرى تحريه غير مألوفة  
وسوف يندسى بالقيم الحرج  
التي المعنى من مبادئه وبما أنه

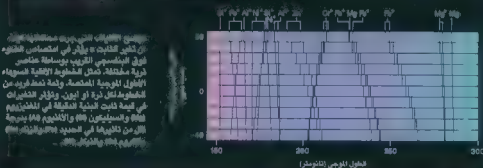
للتأثيرات الكهرومغناطيسية (e) بين جسيمات  
مشحونة في فضاء مخلي (e<sub>0</sub>)، وقد أسفرت  
قياسات الثابت  $\alpha$  عن المقدار  $1/137.03599976$   
أو  $1/137$  تقريبا، واضلعت قيمة الثابت  $\alpha$  إلى  
العدد 137 أهمية أسطورية في اعربسسي  
(عادة ما يستخدمونه لفتح الاقفال  
الواقعية لحفانث أروافهم )  
إذا اختلفت قيمة الثابت  $\alpha$ ، فجميع أنواع  
القسمات الحيوية للعالم من حولنا سوف  
تتغير فإن كانت أقل فإن كثافة المادة الذرية  
الصلبة سوف تنخفض (مقناسية مع  $\alpha^2$ )  
وسوف تتكسر الروابط الجزيئية عند درجات  
حرارة أدنى (مقناسية مع  $\alpha^2$ )، وعدد  
العناصر المستقرة في الجدول الدوري يمكن  
أن يزيد (مقناسيا مع  $1/\alpha$ )، أما إذا كانت

وحدات - وإنما هي اعداد صرفة - بحيث  
يكون لها نفس القيم دون النظر إلى نظام  
الوحدات مثال ذلك النسبة بين كتلتني،  
كتسبة كتلة البروتون إلى كتلة الإلكترون  
وهناك إحدى النسب ذات الأهمية  
لخاصة التي تجمع بين سرعة الضوء (c)  
والشحنة الكهربائية للإلكترون (e) وثابت  
بلانك (h) وما يعرف بسماحية الفراغ  
وهذه الكمسية  $(e_0)$  vacuum permuivity  
الشهيرة  $\alpha = e^2/2\pi\hbar c$  والتي تسمى «ثابت  
السبة الدقيقة»، تم إدخالها أول مرة في عام  
1916 على يد «s سورفيلد» رائد تطبيقات  
نظرية الميكانيك الكمومي في حقل  
الكهرومغناطيسية ويكم هذا الثابت  
الخاصيتي السمية (c) والكمومية (h)

بالنسبة للملاحظة، الذين يبحثنون في  
الانحرافات عن الثابت  
وتدعو مثل هذه التجارب إلى التحدي  
وتكمن المشكلة الأولى في أن الجهاز  
المختبري ذاته يمكن أن يكون حساسا لما  
يحدث في الثوابت من تغيرات إن حجم  
جميع الفرات يمكن أن يتزايد، لكن إذا ما  
تزايد المثل طول المسطرة التي تستخدمها  
لقياس الأبعاد، فإنك أن تستطيع أبدا أن  
تقرر الصواب فالتجريبيون يفترضون  
بصورة روتينية ثبات وحدات القياس  
المرجعية لما يستخدمونه من مساطر وموازين  
وساعات ولكنهم لا يستطيعون ذلك عند  
اختيار الثوابت الطبيعية بل يحب عليهم أن  
يركزوا انتباههم على الثوابت التي ليس لها

الضوء وثابت البنية الدقيقة"

إن عدا من الذوات الطبيعية المعروفة جيداً، مثل سرعة  
الحرق، يمكن أن يتغيرها ثابت البنية البنية (التي  
تحدد التي يمثل مدى شدة التآكل بين الجسيمات خلال  
الوقت للكمية الطبيعية). أحد هذه التغيرات هو عملية  
التآكل المتوالت بالزوايا. وعندما يستقر الوضع على  
المرحلة، يمكن أن تكون التغيرات في كل منها.

[illegible]

بولوها عبادة واعتمادا فقام بالقياسات لآلهة  
١ ثور و ١ بمكروك، (من كليليه  
الامر صوبه شدي) وبشدها سحوبات بمقدار  
٢ حواشيسور (من مرصد لود بانسود)  
و كزيما و « كلكي (من اعهد الوطني  
المعاصرة) لبقه في ميزبلاد]

وما يشككه التأسف بعد ممثلي  
لأرضها لسانها استجدت ماضي  
خطوط الامتصاص انشأت للقيود  
وفي رواج من خطوط امتصاص بالشفرة  
عن انفس نفسها مثل الكروني  
استيقظوا قارئ العلماء الساعات المعجم  
لهذه الخطوط في طيف كوارات بالفاصل  
المختصرة لكن هذه الطريقة لم تنجح في

الموجبة بالنسبة لتغير معنى في سنة ٢٠٠٢ في  
هذه ترميز أخرى وبموجب محاكاة بسيط  
للتعدد للسمات باسمحد م خطأ معايره  
التيمايت مما يمح الاحتار عود مدهنة  
قد ان بدو علما مد سمع سنوات كاتب  
هناك مشكلتين تحار من محاولات احرا  
القياسات الاولاما لم يكن بحدو لتغير عد  
قاسوا الاطوال الموجبة للعديد من المحاولات  
اطلعه ذات الصلة بدقه كافية ومعا يبعث  
على لسحريه ن علما عناو ر معرو  
عن اطياف الكوازارات التي تبعه عنا لااي  
السمين الضوئية اكثر مما يفرضه عن اطياف  
العينات هنا على الارض ولقد احتجنا إلى  
قياسات مستحيرة عالية الدقة لمقارنتها باطياف  
الكوازار. لذا اتبع العلماء التجريبي من

الالكترونات داخل الذرة من مستوى طاقة أقل إلى مستوى طاقة أعلى وتحدد مستويات لطاقة هذه مدى إحكام قبضة النواة الذرية على الالكترونات الذي يعتمد على شدة القوة الكهرومغناطيسية بينهم ومن ثم فهو يتوقف على ثابت السحب الشيفيه اذ كانت قيمة الثابت مختلف حتى حدث امتصاص للنمو او هي تمتد للطاقة المحددة من الكون، التي حصلت فيها، فإن الطاقة اللازمة لرفع الالكترونات من مختلف عن الطاقة اللازمة جانب في لتجاوز الحشرة ومن ثم سوف تختلف لاطوال الموجية للانتقالات المرتبطة في الاطيان وتعتمد الطريقة التي تتغير بها لاطوال الموجية بصورة حاسمة على التشكيل الداعي للالكترونات وتختلف بعض الاطوال

# جولات سياحية

## البيت الزجاجي في الصحراء<sup>(١)</sup>

يستقبل البيوسفير 2 السياح والعلميين على حد سواء

التناغم مع ارتفاع هذه المستويات، إذ تبدأ أنواعه بالنفوق الواحد بعد الآخر ومن الممكن مشاهدة المرجان والأسماك الوبيرة في هذا المحيط من مكان يقع تحت مائه ويمكن الوصول إليه من خارج المنشأة

تعود المجموعة ثابتة إلى خلف المشهد عبر ممرات صناعية تقع أسفل أنظمة بيئية مختلفة وعلى جوانبها، ويبدو الأمر لا فرادها وكأنهم في صالة عرض سينمائي، يتواصل فيها أمام ناظرهم الطبيعي والصنعي جنباً إلى جنب وبين الدليل «بوكه» مقدار التكلفة المرتفعة اللازمة للتحكم في حركات الأمواج، وللحفاظ على درجات الحرارة الخاصة بكل قطعة أرض في المنشأة، مشيراً إلى أنها تبلغ نحو 50 000 دولار في الشهر الواحد وذلك تبعاً لما يؤكدته مكتب الاتصالات: إذ بدون أنظمة التبريد والتدفئة، ترتفع درجة الحرارة داخل المنشأة ارتفاعاً كبيراً وسريعاً بتأثير حرارة الأشعة شمس الصحراء الحارقة ويتركز «بوكه» بأن درجة حرارة الغابة المطيرة قد ارتفعت، في إحدى المرات التي تعطل فيها نظام ترويض المني بالطاقة، من 85 إلى 120 درجة فهرنهايت خلال خمس عشرة دقيقة

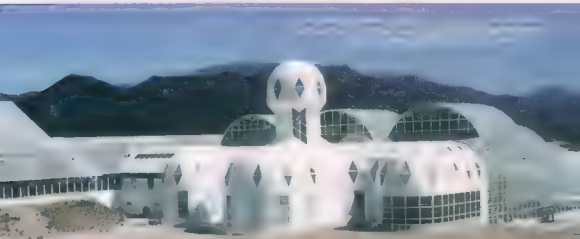
تتقوى هذه الهولة في الامكنة المغلقة بالزجاج، والتي تصرف بالسهولة «تحت

THE GLASS HOUSE IN THE DESERT  
(١) أوشب = أرض مستوية واسعة مشرعية لأطراف فيها أشجار وشجيرات متفرقة (التحرير)

الاجيرة قد قصت وشذبت حتى لا تدفع من السقف للزجاجي إلى خارج المبني) كان «بوكه» (وهو دليل المجموعة في جولاتها) يخبر أفرادها بأن الباحثين قد أمروا لتوهم تعريض النباتات إلى ثلاثي يوماً من الجفاف تبعثها سبعة أيام من المطر وذلك خلال عدة أشهر، بهدف تعرف كيف تؤثر هذه الشروط البيئية في امتصاص النباتات لغاز ثاني أكسيد الكربون ولأن نظام البيوسفير 2 مغلق، فهو يسمح بالتحكم في الشروط المناخية السائدة فيه وفي كمية المطر الهائلة، مما يتيح للعاملين العلميين به التحكم في شروط التجارب التي يجريونها ويعد أن ينتهي الزوار من جولاتهم في الغابة المطيرة اللطيفة الخالية من النعوص، فابهم يعبرون باباً يمررون منه إلى شاطئ محيط صغير فيمتعون أبصارهم وأسماعهم برؤية وصياح صوت أمواجه وهي تنكسر على شاطئه، وفي هذا المحيط يعمل الماحئون على دراسة تأثير ارتفاع مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون في حياة نحو 25 نوعاً مختلفاً من المرجان وقد سبق لمثل هذه الدراسة أن أظهرت عدم قدرة المرجان على

في صبيحة يوم مشرق وهار في الصحراء، إلى الشمال من توسان بولاية أريزونا، تصلي الشمس بأنسعتها مجموعة أشخاص لا يتجاوز عديم العشرة، يعضون في طريقهم عبر سافانا<sup>(٢)</sup> savanna، وحول سمكة marsh ومحيط بحري صغير وأميل من خطوط الانابيب والاقتية والدعامات العولالية والألواح الزجاجية كان هناك مبني زجاجي عظيم يبدو وكأنه بغيلة greenhouse، وهذا المبني هو مبني البيوسفير 2 الذي يفتح أبوابه ليستقبل جمهور الزوار والطفلة العلميين الذين يجرون فيه تجاربهم عن تدل أحوال المناخ وفي ذلك اليوم كانت الغابة المطيرة أيضاً قد فتحت أبوابها للعلة عابة أمام الزوار

تصركت المجموعة - من داخل الجزر، الإسمنتني لجبل صناعي فيه شلال ارتفاعه 55 قدماً - إلى خارجه نحو غابة مشبعة بالبطوية، وأفرادها يسرون في جو حار بلغت حرارته 85 درجة فهرنهايت وبلغت نسبة الرطوبة فيه 95 في المئة وقد حبيت عنهم رؤية صحراء أريزونا نباتات مختلفة وأشجار النخيل المتشاككة الفروع وأشجار اللور والكابوك (وكانت اغصان هذه الأشجار







بشكل عام، يُمكن أن يُعزى إلى هذه الظاهرة اسمية لتدعيمها بعد عهد بعد كتب هي نفس الظاهرة لجانبية و أن اسمها من سكني بتساوية تغيير زمني على لكن أدى دهشتي أن استنتاج الأولى في عام 1984، ظهرت مبررها بصغره ولكنها مدفوعة من لجانبية الاختصاصية وأكدت نتائج صافية هذا لاكتشاف وقد وحسب استنتاج، إلى حقيقة 12% حط مخصص في صيف كوازار في متوسط لزيادة في تسميه الثابت 22 قريب من ستة حرك في مليون حوالا لفترة اثني وأربعت من ستة بلايين و 12 بلايين سنة

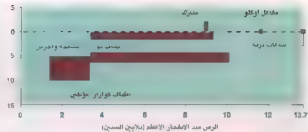
اللاعات غير لغاية بتطلب مبرهان  
Looking for changes in quasar light  
Changing Wavelengths (w)  
over energy level  
The many multiple method

الطريقة اصغره إلى ديف، بالاعازة من عناصر مختلف، يعني سبيل المثال امعيزيوم والحديد) مما يتيح الفرصة بريد من التدقيق المتجامل cross checking وطبق تطبيق هذه الفكرة القيام بحسابات عديدة معقدة للبرهنة دقة على كيفية عمدة، الاطوار موجبة البرصود على 22 بالنسبة لاختلاف نواح لدراب ولقد يمكن بالجمع من هذه المقارنة لحدوده امعيزيوم باسم طريقة تعدد، انحدود الصغية لمصاعفه، ومن استخدام المقاربات والمكاشيف الحديثة من حقت ثبات 22 مدقة عمر مستوقفة

تغير الأراء  
عندما يشاركون لبعض في هذا المشروع

الاستعماده من صاغره مهمه موزاه ن لتعبر في قيمة الثابت 22 لا يودي فقط إلى مجرد تغيير المسافة انفاصه من مسويات طاقه الذرة بالمسمة لأدنى مستوى طاقة و الحالة الأساسية لأرضيه وبما يعبر يصا موضع احالة الارضيه وانها وفي الواقع من هذه التأثير لثني أقوى كثير من الاور وبما على ذلك، فمن اعلى دقة انجزها ابرصودون كاتب نحو حر، واحد من 10 فقط

يواصل احدى وويب، بالاشتراك مع 100 غلامدوم، (من جامعة موسسات ويلز هي، سيمرلما) في عام 2004 إلى طريقة تحدد كلا التأثيرين في الاعتبار وكانت المتنبه حيزها هذا حيث تضاعفت لحداسية عشر مرت وتسمح هذه



غير عادي، ومن ثم فقد تحولت أفكارنا العاجلة إلى مسائل محتملة خاصة بالنتائج أو طرق التحليل ويمكن تصنيف هذه الارتباطات إلى نوعين منهجية وعشوائية أما الارتباطات اعتموائية فإن سهل فيها فهي بكل ما هي الكلمة من محس - اعتموائية وتختلف الارتباطات العشوائية من قياس لأخر، لكن حاصل متوسطها يقترب من الصفر بالنسبة لعينة كبيرة أما الارتباطات المنهجية التي ليس لها متوسط إجمالي فانه يصعب التعامل معها لأنها متوطنة في علم الفلك ويمكن خفضها إلى الحد الأدنى إذا قام علم الفلك بالتحليل بطريقة معينة بركته جدهم ويدرسها فكر الفلكيين لا يستطيعون تغيير الكون، لذا فإنهم مجبرون على قبول الاعتقاد بأن جميع طرقهم لجميع النتائج تتضمن انحرافا bias تتعد إرثه فطري سبيل المثال، إن أي مسح للمجرات سوف يتمثل بدرجة أكثر من المجرات الباردة لأن رؤيتها أسهل كما أن تعرف هذه الانحرافات ومعالجتها يبقى تحديا ثابتا كان أول ما حدث عنه هو تشويه مقياس الطول الموجي الذي قيس عليه الخطوط الطيفية للكواكب ويمكن إدخال مثل هذا التشويه على سبيل المثال، أثناء معالجة بيانات الكواكب من حالتها الخام عند المقرب إلى طيف معاير وعلى الرغم من أن التمدد أو الانضغاط الطيفي البسيط لقياس الطول الموجي لا يستطيع أن يضاكي بدقة التعريف في التردد، فإن محاكاة بعضه يمكن أن تكون كافية لتفسير نتائجنا واختبار مشكلات من هذا النوع، استعصنا عن بيانات إحصائية لبيانات الكواكب وقمنا بحلها بنماذجنا بها كانت نتائج الكواكب البعيدة استبعدت منها الحرية أخطاء التشويه وقدرة بقاء عالية

إن قياسات النسبة الباعلة غير جسيمة فبعضها ليس من الناحية كذا بل الباعلة أصغر، وبعضها لا يفسر ذلك، ويكون الثالث قد تغير في وقت مكر من التاريخ الكوني ثم نلاحظ في ذلك (إيفل كل صفوي مدى سماس).

في ألمانيا ثلاث مجموعات كواكب جديدة وتم تحليل 23 مجموعة أخرى عام 2004 على أيدي H. Thies وS. Riechers (من مركز التبادل الجامعي للفلك والفيزياء الفلكية في الهند) وD. B. Reipurth (من معهد الفيزياء الفلكية) وD. Arslanov (من LERMA في باريس) ولم تجد أي من هذه المجموعات تغييرا في قيمة الثابت  $\alpha$  وB. Thies هذا موضحا أن أي تغيير يجب أن يكون أقل من جزء في المليون طوال الفترة من سنة إلى عشرة بلايين سنة

موجي مختلف، لكن الأطوال الموجية الثلاثة قريبة من بعضها وبصورة عامة، يسجل التحليل الطيفي للكواكب الخطوط الثلاثة متممة في خط واحد ويستدل الباحثون استنادا إلى قياسات الوفرة النسبية للنظائر الثلاثة مختبرا على إسهام كل منها وإذا اختلفت نسب الوفرة هذه في الكون المتغير بصورة دورية - مثمما يستدل أن يكون قد حدث إذا كانت النجوم التي نزلت الفيزيوس في داخل مجراتها أثقل، في المتوسط، من نظائرها اليوم - فإن تلك الفروق يمكن أن تحاكي التغير في الثابت  $\alpha$

كعب يمكن أن يودي تحليل مثل هذا إلى مثل هذا لتدفع محسرين لحسد استخدام بيانات مختلفة، إن الإجابة غير معروفة حتى الآن فالبينات التي توصلت إليها هذه المجموعات ذات نوعية ممتازة، ولكن عيناتهم أصغر كثيرا من عيناتنا ولا تعود في تاريخ الكون إلى القدم نفسه ولم يقوم تحليل «تشانده» جميع الأخطاء التجريبية والمنهجية بصورة كاملة، ولأنه استند إلى صيغة مبسطة لطريقة تعدد الخطوط الطيفية المضاعفة، فربما يكون قد أخطأ أخطاء عديدة من هذه

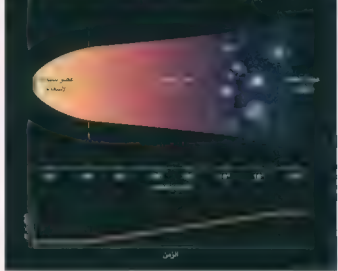
لكن دراسة منشورة هذا العام (2005) توضح أن النتائج لا يمكن تفسيرها بهذه السهولة فقد اكتشف «Y. G. وB. K. كيبون» (من جامعة سوينبيرن للفلك في أستراليا) وD. T. Morley (من جامعة كامبريدج) أن مواءمة نسب الوفرة للنظائر كي تحاكي التغير في قيمة الثابت  $\alpha$  تؤدي أيضا إلى إنتاج الميترولوجين بإفراط في الكون المسعن في القدم - مما يتناقض مباشرة مع الملاحظات الرصدية وإذا ثبت ذلك، يجب علينا أن تصمد للقول الأرجح، بأن قيمة الثابت  $\alpha$  كانت متغيرة حقا

وسرعان ما تحقق المجتمع العلمي من أهمية الفيزياء الهائل المحتمل لنتائنا، وتحس علماء أطياف الكواكب في جميع أنحاء العالم للمضي في أثره، وأجروا على الفور قياساتهم الخاصة. ففي عام 2003 نشرت فرق عمل يقودها S. Quispel (من معهد أبحاث الفيزياء الفيزيائية في مدينة سانت بطرسبرغ بروسيا) وD. K. K. (من جامعة هامبورغ

وسرعان ما تحقق المجتمع العلمي من أهمية الفيزياء الهائل المحتمل لنتائنا، وتحس علماء أطياف الكواكب في جميع أنحاء العالم للمضي في أثره، وأجروا على الفور قياساتهم الخاصة. ففي عام 2003 نشرت فرق عمل يقودها S. Quispel (من معهد أبحاث الفيزياء الفيزيائية في مدينة سانت بطرسبرغ بروسيا) وD. K. K. (من جامعة هامبورغ

## أحيانا تتغير وأحيانا لا

طبقا لنظرية المؤلّفين، ينبغي أن يكون ثابت القيمة الدقيقة للزمن أثناء انزياح دوبلر، ولكن هذا لا يتفق مع هذا المبدأ.



العملان الكهربي والمغناطيسي في حالة التوازن مع زيادة تردد الكون وتذبذب الإشعاع وصحاح المادة هي الكون السائد تكون وصحاح انزياح الكهربي والمغناطيسي غير متساويين. وبداً الثالث، بالزيادة ببطء تمديد مقامياً بشكل يتناسب مع لوحاتهم لرس وتمد نحو ستة بلايين سنة بعد النفاذ المظلم وسأرجع لعدد، وتعد ذلك على جميع لتأثير انزياحه. نشتد خلال لعصاء بعد مقدار الثالث، مرة حتى مقدار، ثانياً تقريباً يتسوق هذا لبطء انزياحه مع صلاحية رصادة، فالخطوط الضعيفة في الكون يمثل فترة سيدة انزياحه في لتدريج الكوني عديم كان الثالث، عير في في حين يوزع نتائج لمختبره ونتائج «وكلو» فترة سيدة لضدة اعظمه التي كان مقدار انزياحت في حالته، ثانياً ويعتمد لدراسة المستورد لعالم المتغير في، في العناصر انشعه في اسبال ذات اهمية خاصة لانها يسر الانتقال بين هذين العتريتين.

### الفا هي مجرد البداية

لا يقتصر انه نظرية جديدة بل اعداد فقط على استخراج اللاحقات وانما نحن نعدم بدوات جديدة ونقدّر النظرية المذكورة بقا أن تغيير ذات اسمه انديعه جعل لاشياء شغف نظريه مختلف بعد ثما كالتنبؤ بان الاحسام تسقط في انزياح معين المعدل مهما كان محتواها - وهي الفكرة اسماء من لتكافؤ الجعب الذي برهن عليه بوضوح بعد فهم ملاح لعصاء، مسكون في بولنو، سافقا ريشة طائر ومعه وزعها يرتبط بالبراز انمري في الوقت نفسه ما د تغيرت قمتها، هي ذات اعداد لا يتحقق ثاماً التأثيرات توب هوة توتر في جميع الجسميات انشعوبه ويبد - لاهساس بهذه لقوة كلاً ذات لبرويوات لوجوده في بوا لدره عادا كانت رصادة للكون، ب صحنحة بان سبارعات المو د

Somehow it changes sometimes not...  
Returning it to zero...  
Acht isabelle Bogenring...  
Ist das hier...  
The week equivalence principle (1)

فوق بين الكهرومغناطيسي بصرا مفاعله ثوات متغيره وترتبط النظرية بالثابت، من مجرد عدد التي ما يسمى بالحقن لسلمي - جوهر الطبيعة المبركيكي يكن نظريه لم ننضم انشعابه وتمد ربع سنوات عام حذو ناره بالاشتراك مع، سمدفيلد، و، ماكجو (من النكه الامروا طورية سدر) تنعيم لنظرية لتقي سد

تجرى هذه لنظرية شتموب بسيطة د يمكن العمل بتأثير عير في قيمة الثالث، في حدود احو، غيلة لكل ملود في تعدد لكن ديد، ان الكهرومغناطيسي صعب كثيرا من اتعاله على لفاس الكوني لكن على ابرع من، التغيرات في ذات القيمة الدقيقة لا تؤثر بشكل عام في تعدد الكون، من السمد بوتو في قيمة الثالث، ان ما يحدث التغيرات في قيمة الثالث، هو عدم التوازن بين طاقة الحقن الكهربي وطاقة الحقن المغناطيسي فخلال عشرين الالاف من السمد الاولى من عير انكي سمد لإنشعاع على الجسميات للشجونة ويقي

خطوط الانمصاص وتغير هذه المعايير حتى ان قلّة بدرجة كثيره ولكنها قد نضم الى نتائج معينة في السمد

### إصلاح القوانين

اذ ثمت، اكشاهاماً صحيحه، من نتجهم ستكون همة على لوعم من به لم مصر جويها الا مصورة جريه وجمي عهد قريب جدا كانت جميع لجهود المداول يقينم ما يحدد للكون عندما يعمير ذات السمة انديعه عبارة عن محاولات عير مرضيه فهي لم يونس في اكثر من عير من ان اثبات، صار متغيراً في نفس اصصع لتقي م استنتاجها يفرض انه ثابت وهذا عرف مشكوب في نتيجه، دا تعيرت قيمة الثالث، فإن تأثيراتها يجب أن تبقى على لتصافظ الطاقة وكمية الانشعاع (الرخم) وان توتر في اسفل التناقلي في الكون وقد كان، بكشتني، [من لجمعة لعمرة في اندس] ان من قام في عام 1982 تنعيم

أكثر من التركيز على غيره من ثوابت الطبيعة لأن تأثيراته - ببساطة - قابلة للإدراك بسهولة وإذا كان الثابت  $\alpha$  قابلاً للتغير، فإن الثوابت الأخرى يجب أن تتغير أيضاً، حادثة الطرق التفاضلية لآراء الطبيعة عليها أكثر قلباً مما خطر على بال العلماء.

إن الثوابت لغز شامخ خُشَّال فكل معادلة فيزيائية مليئة بها، وهي تبدو عادية ومباشرة لدرجة يميل الناس معها إلى أن يتسوا أن فيها عير قابلة للتحليل وأصل هذه الثوابت شددت الارتباط معد من القضايا الرئيسية في العلم الحديث بدءاً من توحيد الفيزياء ووصولاً إلى تمدد الكون ويمكن أن تكون هذه الثوابت الطل السطحي لبنية أضخم وأكثر تعقيداً من الكون الثلاثي الإبعاد الذي نشاهده حولنا. وتحدد ما إذا كانت الثوابت ثابته حقاً ليس لا لحظه أولى على طريق مؤيدة إلى إدراك أعمق وأوسع لبدل الألف النهائي ■

John D. Barrow & John K. Webb  
The Constants of Nature: From Alpha to Omega



إلى أين إذاً، أوصلت فورة النشاط هذه العلم فيما يخص الثابت  $\alpha$ ؟ إننا ننظر بيانات وتعليقات جديدة لتأكيد أو ينص القول بأن الثابت  $\alpha$  يتغير على المستوى المزعوم ويركز الباحثون على هذا الثابت

المختلفة تختلف بنحو جزء في  $10^{10}$  - وهي من الصلابة بحيث تستحصي على الرزية في المختبر بمعامل يبلغ نحو 100، ولكنها كبيرة بما يكفي لوصفها في بعثات مستقبلية مثل الاختبار الفضائي لمدى التكاثر (STEP)

هناك تطور أخير غير متوقع في هذه القصة فقد أهملت الدراسات السابقة للثابت  $\alpha$  أن تأخذ بالاعتبار بحث خاصية حيوية هي «تجمع الكون الكبير» إن مجرة درب الشانه، ككل، لحزب - كثف مليون مرة تقريباً من المتوسط الكوني، لذا فإنها لا تعتمد بالتوازي مع الكون لقد أوضحت حسابات بارو و D. O. هوتا [من كمبريدج] في عام 2000 أن قيمة  $\alpha$  قد تنصهر داخل المجرة بطريقة مختلفة عن سلوكها في داخل المناطق الأكثر فراغاً (إخلاء) من الفضاء وما إن تتكاثف مجرة فتية وتتراخي لتصل إلى حالة توازن تنافلي حتى يتوقف الثابت  $\alpha$  تقريباً

عن التغير داخلها، لكنه يستمر في التغير خارجها لذا فالنتائج الأرضية التي تسمى ثبات  $\alpha$  تعاني انحيازاً انتقائياً ونحن بحاجة إلى المزيد من دراسة هذا التأثير لنعرف كيف يؤثر في اختبارات مبدأ التكافؤ الضعيف ولم تشاهد حتى الآن تغيرات مكانية في قيمة  $\alpha$  وقد أوضح «بارو» حديثاً - استناداً إلى انشعاع إشعاع الخلفية الكوني للموجات الميكروية - أن الثابت  $\alpha$  لا يتغير بكثير من جزء واحد من  $10^6$  بين مناطق يفصلها عن بعضها في السماء مقدار عشر درجات

## المرجع

John D. Barrow - John K. Webb

بدأ بالعمل معاً في عام 1989 لاختبار ثوابت الطبيعة، عندما قضى جوبييه اجارة تدرع علمي مع بارو، في جامعة ستينس بألمانيا. كان بارو، يقوم بشعري إمكانات نظرية جديدة للثوابت المتغيرة، وكان جوبييه، مستغرقاً في ابحاث الكواراتات وسرعان ما أخرى مشروعاته فيزيائية، ولأكبر آخرين خاصه ١٠ فلامانوي، [من جامعة ستانفورد وبارو باستراليا] و T. ٨٠٠ غورفي، [من جامعة كمبريدج]، - ماكروند - [من الكلية الإمبراطورية لندن] يعمل - ١٧٠٠ استاذ في كمبريدج ورميل الجمعية الملكية في عمل، جوبييه استاذاً في جامعة يورسانت وبارو، وكلاءه معروف مجهود في تبسيط العلوم ألف بارو، 17 كتاباً عاماً وعرضت مسرحيته، «النهايات» in the في إيطاليا، وتكلم في مواقع متنوعة بما فيها مهرجان أفلام فينيسيا ١٥٠ راونج مشيريت والفاتيكان أما جوبييه فيعاصر براليا بصورة منتظمة وعمل في أكثر من عشرة برامج تلفزيونية وإذاعية

## مراجع للاستزادة

- Further Evidence for Combining the Evolution of the Fine-Structure Constant, J. K. Webb, M. T. Murphy, V. V. Flambaum, A. Dzuba, D. Barrow, L. W. Churchill, X. Prochaska and A. M. Wolfe in *Physical Review Letters*, Vol. 87, No. 9, Paper No. 091301, August 27, 2001  
Preprint available online at [arxiv.org/abs/astro-ph/0012539](http://arxiv.org/abs/astro-ph/0012539)
- A Simple Cosmology with a Varying Fine Structure Constant, H. B. Sandvik, J. D. Barrow and J. Magueijo in *Physical Review Letters*, Vol. 88, Paper No. 031302, January 2, 2002  
[astro-ph/0107512](http://astro-ph/0107512)
- The Constants of Nature: From Alpha to Omega John D. Barrow, Jonathan Cape (London) and Pantheon [New York] 2002
- Are the Laws of Nature Changing with Time? Webb in *Physics World*, Vol. 16 Part 4, pages 33-38, April 2003
- Limits on the Time Variation of the Electromagnetic Fine-Structure Constant in the Low Energy Limit from Absorption Lines in the Spectra of Distant Quasars R. Srianand, H. Chand, P. Petitjean and A. D'Amato in *Physical Review Letters*, Vol. 92, Paper No. 121302, March 26, 2004  
[astro-ph/0402177](http://astro-ph/0402177)

Scientific American June 2005

إن الدراسات الإنسانية وممارسة الكتابة والتأليف تؤديان إلى تخريج أطباء أفضل، لأن الأطباء يتعلمون كيف يستخلصون المعلومات الخفية من شكاوى المرضى. وذلك على حد قول ريتا شارون.

الاجتماعية والطبية والمرضة إن الضمير «أتم» يتغير في سياق ما كتبه. فقد قالت لإحدا من «لقد وقعنا في الالتباس وسط هذا الكم من القراءات حول من هو «أنتم» ومن هو «أنا»». وفي قطعة (مقالة) أخرى «إن الكتابات هذه تعتبر حميمية جدا إلى درجة أنه يمكن كتابتها في عازق محب» ولادة قرابة الساعة كانت تعرب عن وجهة النظر، والمقدمة، والمجاز أو الاستعارة، وعينت «لحظة مضبنة» تحول فيها الكاتب من الشعور بالغضب العميق نحو المريض إلى التسامح إنه اجتماع بمنزلة للمجموعة العاملة في مجال علم الأمراض السردي، الذين دأبوا على اللقاء طوامة مرتين في الشهر على مدى ثلاث سنوات ولكن لا يعتبر بأي حال اجتماعا معتادا لطاقم عامل في مستشفى

وتحاول «شارون» أن تغير ذلك: فإلى جانب كونها طبيبة باطية عامة واستاذة في الطب السريري (الكلينيكي) في كلية الأطباء والجراحين التابعة لجامعة كولومبيا، فإنها حاصلة على الدكتوراه في اللغة الإنكليزية وهي تسعى مع آخرين إلى تحسين العلاقة بين الأطباء والمرضى باستخدام الأدب وصناعة الكتابة والتأليف. إن الهدف هو محاولة جعل الأطباء أكثر استعدادا لفهم مشاعر الآخرين ومشاركتهم أفعالهم. من خلال التحدث بوضوح والتفاعل مع ما يشعرون به، وتطوير مهارات رفيعة المستوى من الإصغاء ليكتوبوا! أذا نشأت الإحصاءات التي تختلف في التفسيرات المجازية أو في خفايا النص إن هذا المجال - الذي يسمى الطب السردي<sup>2</sup> (الفصص)، أو الأدب والطب، أو الإنسانية الطبية تبعا لأسلوب تناوله - قد بدأ، وفقا لمعظم التقارير، قبل نحو 30 عاما، وتوسع حاليا بشكل كبير في مقررات كليات الطب في شتى أنحاء البلاد وطبقا للاتحاد الأمريكي لكليات الطب، ما بين 88 كلية طب من 125 خضعت للتقييم قدمت مقررات إنسانية عام 2004، وتبلت 28 من بينها على الأقل، دراسات سردية أو أدبية بصورة أو بأخرى

إن «شارون» التي صاغت مصطلح «الطب السردي» تقف في مقدمة هذه الحركة، ولأجل ذلك قامت بتأسيس مجموعة طوعية، مثل تلك المجموعة الخاصة بعلم الأمراض السردي<sup>3</sup>، وقامت بتصميم المقررات المطلوبة لطببة الأطباء، التي يقرؤون فيها الأدبيات ويكتبون لكي يستطيعوا إعادة صياغة كيفية الاستماع والتذكر وتحاول «شارون» أيضا أن تدرس سر نجاح هذه الطريقة

تقول «ح. هوكنز» [استاذة الدراسات الإنسانية في جامعة بنسلفانيا الطبية] «إن ما قامت به «شارون» بنجاح هو استحضر

WHEN MEDICINE MEETS LITERATURE  
Rita Charon: Story User  
New York Presbyterian Hospital  
narrative medicine

في أحد أيام الأربعاء من الشهر 2005/5 اجتمع 10 من العاملين في مجال الأمراض في مستشفى نيويورك المشيخي<sup>4</sup> حول طاولة كبيرة في غرفة اجتماعات لا نوافذ لها، وهم يتناولون السندويشات والعواك ويناقشون أعمالهم مستخدمين مصطلحات يمكن أن تدهش مرضاهم. تقوم إحصائية اجتماعية بقراءة مقالة قصيرة تصف فيها خبرتها التي امتدت نحو 20 عاما فحستها هي زيارة غرف المرضى، بعد أن أبلغهم الأطباء أنهم مصابون بالسرطان - الأمر الذي «انطهم في شتاء حياتهم وأصابعهم بالرعب» كانت تلك الإحصائية عاجزة عن أن تبدو هادئة أو غير انفعال وتقوم طبيبة بقراءة مقالة حول كيفية تفهمها لفقدان أحد زملائها لجأفر معالجة السرطان وتقرأ إحدى المرشحات ما يبدو وكأنه كتاب استقالته

تستجيب «ح. شارون» كناقد أدبي لكل من الإحصائية



ريتّا شارون: المصغية للحكايات<sup>5</sup>

- تعمل مديرة لبرنامج الطب السردي في جامعة كولومبيا، المصممة لتدريب الأطباء ليكتوبوا أكثر استعدادا لفهم مشاعر مرضاهم ومشاركتهم أفعالهم
- نشأت في مدينة بروكلينس مولية رود أيلاند، في مجتمع من المهاجرين الفرنسيين الكنديين
- قبل التحاقها بمهنية تدريس كلية الطب بجامعة كولومبيا عام 1981، عملت مديرة مدرسة إعدادية وسالفة لحاللة وراعية للسلام

العلمية ويقول «كاشاوراكي» [من المركز الطبي في جامعة نبراسكا وعضو مجلس التعليم الطبي التابع للجمعية الطبية الأمريكية] «كما هي الحال في أي تغيير يحدث في أي مؤسسة راسخة مثل الطب، هناك نزوع إلى الشك» ويضيف «إن الحرس القديم قد يصغرون التشكك، ولكن العلية أنفسهم يحتملون مثل هذه الحركة»

إن انخراط «شارون» في الحركة الحديدية كان له جزوره الطويلة ففي عام 1966 التحقت بجامعة فورد هام، وسرعان ما انضمت إلى برنامج تربوي تجريبي، حيث قام 30 طالما و6 مدرسين بتصميم المنهاج الخاص بهم وقبل أن تصبح طالبة طب

في جامعة هارفارد عام 1974 توات عدة وظائف من بينها التدريس في إحدى المدارس الابتدائية التقدمية الحديثة الإنشاء وقد تشكل اهتمامها بالقصص السردية والطب خلال مباحرة القامات «ميشلر» (وهو إخصائي نفسي في جامعة هارفارد) اشتبه بإدخال النظرية السريرية إلى علم الاجتماع ويقول «شارون» «لقد بهرنني ما سمعته ودرست مع «ميشلر»، وأولاً ما سمعت طريقة للنظر إلى المرضى على أنهم أناس متكاملون وليسوا مجرد حالات مرضية، وركزت اهتمامها الخالص على أنماط الحديث من أجل فصل مهارات



داواة مديعة: تراس «شارون» اجتماعا لمجموعة علم الأورام السريري ويصف أحد علماء الأورام هذا العمل بأنه يقلل من مشاعر الإهانة السلبية والعاطفي نتيجة الإزهاق

#### الاستماع ليدها

وفي النهاية توج اهتمامها بالنظرية السريرية في ثلاثة مناجير باطروحتها للدكتوراه في كولومبيا عن أعمال الكاتب والناقد «جيمس» الأخيرة، بما في ذلك روايته أجيحة الصمامة «The Wings of the Dove»، وفيها إن إحدى الشخصيات الرئيسية الثلاث امرأة مريضة جدا وإنشاء برنامج للطبيب المقيم في كلية طب جامعة كولومبيا، شارك فيه كتاب مثل «سونتاكة» و«أودانجي» بإيداء ملاحظاتهم عن المرض مع طلبة وأساتذة الطب؛ دراسة أطلق عليها اسم «المخططات المتوازنة، parallel narratives» بكت فيها الأطباء القهوين عن مرضاهم بأسلوب خال من المصطلحات الطبية وتقوم «شارون» حاليا بتصميم دراسات لتقييم تأثير المخططات المتوازنة ومجموعات العمل، مثل تلك الخاصة بعلم الأورام السريري ويقول «شارون» و«تي. نيكولز» [إحصائية الأمراض] إن القراءات قد حسنت العلاقات بين العاملين في قسم الأورام، ومنعت الإهانة البدني والعاطفي نتيجة الإزهاق، وأدت من ثم إلى رعاية أفضل

يقول «شارون» «عندما يكون في ذمة ممرضة حسنة معبر جدا أن توفر الراحة والمساعدة الرئيسية في العمل، وعندما يجد كبير طبيبا، الأمر نفسه وهو ينكي عند سمع ما كمنه هذه لمرسه لشابه، على حد الأمر يعني أشياء لا يمكن أن تحققها في جولات الطبية على المرضى. إننا نعتقد اجتماعاتنا نقوم بجولات طبية، ولكن هذا الأمر لا يحدث هناك، وهذا ما نحاول أن نطلمه»

«داواة»

المهارات التي تتعلمها كلية أداب، وهي وجهة النظر وكيفية صياغة قصة وقد استطاعت استحضار تلك النواحي في المقابلات الطبية «إن يمكنها الاستماع على مستويات مختلفة على سبيل المثال من طبيبك يمكن أن يسأل (منذ متى تعاني ضيقا في التنفس؟) وأنت تجيبين (منذ أن طلقنا زوجي) والسؤال الثاني بالطبع سوف يكون (منذ متى تم ذلك؟) وعلى النقيض من ذلك فإن «شارون» يمكن أن تقول (أحببني عن تلك العلاقة) فهي تعلمهم كيفية الاستماع ومواجهة الأشياء، التي يستمعون إليها»

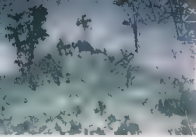
وكما هو متوقع، فإن «شارون» - التي تبلغ من العمر 55 عاما والتي تتميز بصغر قوامها وناقضتها، ويعينها رزقاوي جميلتين، حادتي النظر - مستعدة ذات حس حاد أيضا وهي تقول بأن هذا النوع من الاستماع الذي بدأ لديها منذ أكثر من عقدين من الزمن أدى إلى عبء غلافها بمرضى فهي تكتسب المزيد من الوقت معهم، وتكتب عن أمورهم أكثر من ذي قبل، وغالبا ما تشرهم في ما تكتبه إن عملية التوثيق هذه جعلتها أكثر لخصولا وأكثر اهتماما وكما تقول «لقد كان لدي علاقات مزعجة وغير مؤثرة مع المرضى، ولكن بعد أن أكتب عنها وأسأل (هل ذلك ما نحن عليه؟) يتغير الأمر كله»

#### على سبيل المثال، تذكر «شارون»

مریصا كان يعاني ارتفاع الكوليسترول ولما في الصدر، وخلال لقائهما الأول «بدأ قصته بالحديث عن وفاة والده عندما كان صبيا» وعندما لم تقصر «شارون» ومرضها حوارها على علاج الكوليسترول ولم الصدر، بدأ يتحدثان عن الحداثيات التي يواجهها المريض كاب، «وقد أوجد ذلك تحالفا مشمرا إلى درجة أن ألم الصدر اختفى»

إن العديد من الخبراء يعتبرون أن ذلك النوع من الاستماع الجيد يمكن أن يؤدي إلى تشخيصات ومقاربات أفضل ويذكر «R» لوي «الإحصائي في الأندروبولوجيا والصحة في الطب السريري بجامعة ولاية ميشيغان» إجراء مقابلات مع أطباء ومرضى في مستشفى كوك كولوني في شيكاغو حول الداء السكري، لأن اللقيل من المرضى كان يتقيد بتصانيع الأطباء ولأن العديد منهم كان يقوم بذلك بشكل غير دقيق وقد وجد «لوي» أن المرضى يعتقدون أن الأطباء نقلوا إليهم داء السكري عند إعطائهم حقن اليردينيسون التي تستخدم عادة لعلاج التهابات وينسأل «لوي» «كيف يتقيد المرضى بتصانيع الأطباء إذا كانوا يعتقدون أنهم هم من سبب لهم المرض؟» ويضيف «إن العديد من الأطباء مارالوا غير مبالين بآثاره تلك القصص «إنهم تحت ضغط كبيرة، إن يسطرون إلى فحص الكثير من المرضى خلال فترة زمنية محدودة»

إضافة إلى ذلك، فإن بعض الأطباء ينتقدون مناهج كليات الطب التي تتضمن الدراسات الإنسانية ومهارات التواصل، ووجهة نظرهم هو أن هذا الوقت يمكن الاستفادة منه بشكل أفضل في المواضيع



كانت الحياة المظلمة مسكوبة بالجمادات. إلا أن الظفرة الصقلت بها لذي، كما أن أحد أنواع النمل فيها تلهم حضراتها

فيه يستقبل زواره مسعر خاص قدره 75 دولارا لليلة الواحدة. كما أقيمت في الموقع بعض ملاعب كرة المضرب وثلاثة متاجر صغيرة لببيع الهدايا. لا تزيد المسافة بين اثنين منها عن نصف عشرات من اليارات. - ولبيع تذكارات زيارة البيوسفير 2

يقع البيوسفير 2 على بعد ثلاثين ميلا إلى الشمال من «تاكسون» على خط مستقيم على الطريق العام 77 المتجه نحو أوراكل ويستقبل بيوسفير 2 زواره في جميع الأيام، ما عدا أيام عيد الميلاد، من الثامنة والنصف صباحا وحتى الخامسة مساء. وفيه العديد من الإمكانات للتجوال سيرا على الأقدام وزيت من المعلومات عن البيوسفير 2 يمكن زيارة موقعه على الإنترنت [www.bio2.edu](http://www.bio2.edu).

١٧ هوليوي

مدرسة في مدرسته متحفه بحاسة كونه معد

المستمرة إلى صبح الهواء، مما عرّض البيوسفير 2 للتهكم، حيث اعتبر فاجحة علمية قامت على أساس شبه علمي مفرط. لم يكن تغيير هذه المطرة أمرا سهلا، إلا أن جاسعة كولومبيا، التي تشرف على البيوسفير 2 منذ سنة 1996، تحاول ذلك. حيث يقوم بعض الطعمين من الجامعة بإجراء تجاربهم فيه. كما يقبل فيه نحو مئة طالب في كل فصل دراسي من هذه الجامعة ومن غيرها من المؤسسات العلمية لدراسة علم الأرض وموضوعات تتصل بهذا العلم ومؤرخا جددت ابجامعة عبد بشرافها على البيوسفير 2 حتى نهاية عام 2010، كما قررت مؤرخا شراؤه عند انتهاء سريان هذا العقد.

من الواضح أن موضوعات التربية والبحث تشكل محور اهتمام في أيامنا هذه. بذلك يقوم أدلاء البيوسفير 2 في جولاتهم التي تُعري بحث لوجاح - معرض مشروعات الانحاث الحرة - أو تقدم محطة عرصا مميّزة تُشعر لداح وتصور الخدمة لبحري أما الجولات الأخرى التي تجرى في الموقع حرج «الزجاج» فتتضمن عرضا للبيئة غنية بالمعلومات عن النباتات التي كانت مفيدة للإنسان، وكذلك عرضا تفصيليا للمواد المستخدمة في بيوسفير 2 وفي بنائها. وفي البيوسفير 2 مقربا (تلسكوب) جديد يفتح مساء للجمهور لمشاهدة بعض الدراج الليلية. ومع ذلك يعطي البيوسفير 2 إلى حد ما الانطباع بأنه متنوع في وسط الصحراء. فثمة لافتة كبيرة، عند مفضل الموقع، تُعلن عن فندق

الزجاج، عند حوض من الماء، والمظلات حتى لا يقلل أحد الزوار معه إلى الصحراء من دون قصد، شيئا مما يعود لهذه النباتات الغريبة ويعود أفراد المجموعة بعدما إلى جو الصحراء الحار والجاف ليفروا إن كانوا سميتوجيون نحو أحد المعارض الصغيرة المجاورة أو سيدورون جولة جديدة أخرى في الموقع «خارج الزجاج».

يمكن بعض إجراء البيوسفير 2 لرواره الذين يبلغ عددهم نحو 180 000 في كل سنة في كون مهمته الأولى تأمين سكن تجريبي لرواد الفضاء. لذلك فإن الجولات الداعية في مباني البيوسفير 2 للقائمة على مساحة تبلغ 3.15 فدان (إنكليزي) (وهذا الفدان يساوي 24000م2 تقريبا)، والتي تُشرع في إقامتها مع نهاية عام 1999، تتيح لروادها مشاهدة بيوت سكان البيوسفير الأصليين، كما يطلق عليهم، ويلاصهم والأدوات التي كانوا يستخدمونها، إضافة إلى الأملح على النظم المناخية المختلفة فقد أقيم البيوسفير 2 في أواخر سنة 1980، وقد بناه أحد أباطرة النفط الأميركيين، وهو «P. B. بار»، كوسيلة لاختبار إمكانية العيش وفوام الحياة في سفينة فضائية جيدة الإعداد أو في مركبة قمرية. وقد أدخل إليه سنة 1991 ثمانية أشخاص، وكان عليهم أن يبقوا فيه سنتين معدتين. حاللها بكتما داسي موموس حاحتهم من الطعام مما يزرعون من نبات. إلا أن النجاح لم يكن حليف هذه التجربة لتذني كميات الأكسجين والمثل نظام إنتاج الطعام والحاجة



## بعض الحقوق محفوظة<sup>١</sup>

ناشطو قوانين السبيرة يبتكرون مجموعة من التراخيص للمشاركة في الأعمال الإبداعية

إمكانية التقبيل الواسع النطاق لفكرة الاستعانة بالموافقة المادية، لكن مجموعة «التشارك الإبداعي» تستطيع ضمان أن يبقى الإنترنت أكثر من مجرد كونها مجسداً تجارياً ومن جهته، تترجم «ليسيك» أقواله إلى أفعال على الرغم من نفاذه غير المحدد في العام 2002 أمام المحكمة العليا ضد

بإهداء أي عمل إبداعي إلى عامة الناس يمكن إساءة الحقوق المحفوظة أن يملأ استبيانياً بسيطاً معلماً في موقع مجموعة «التشارك الإبداعي» ([www.creativecommons.org](http://www.creativecommons.org))، للحصول على نسخة إلكترونية لهذه الرخصة ولما كان الإشعار بهذه الحقوق (أو أي تعديل له) اختياريًا، فلا تتوافر طريقة معتمدة لملاحقة الأعمال التي يمكن للأخريين الوصول إليها إن رخصه مجموعة «التشارك الإبداعي» مؤشراً بثلاثية إلكترونية بحيث يمكن للمستخدم الإلكتروني browser مجهز لقراءة العلامة - مصصاة باللغة XML - أن يجد المواد التي تحمل حقوقاً محفوظة والتي تقع ضمن الفئات الرخصية المتنوعة وهكذا، تستطيع مصورة صورة ترخيص في جذب الانتباه إلى صورها السماح باستخدام الصور التي التقطتها للمستوى صفر، "Ground Zero" في مانهاتن إذا أُشير إليها كمبدعة العمل عندئذ يمكن لفنان تحطيمي يقوم بعملية «تشكيل رقمي» لصور العادي عشر من سبتمبر 2001، أن يبحث عن كل من «المستوى صفر» وعلامة مجموعة «التشارك الإبداعي» وذلك للحصول على رخصة «ذكر المبدع فقط» التي تسمح بنسخ صور تلك الصورة ووضعها على الويب مادام اسمها مذكوراً

في كتاب نُشر عام 2001، انتقد دا ليسيك (وهو أستاذ في كلية الحقوق بجامعة ستانفورد) التهديد الموجه للإنترنت من قبل المصالح الإعلامية الواسعة من جهة وقوانين الملكية الفكرية المرددة من جهة أخرى محسباً أن سببها «تدفع على الإنترنت أن يسلك مساراً شريكاً وليس بكونه متجنباً لادعاء عن طريق تبادل الصور والموسيقى والأدب والمؤلفات الأكاديمية، بل حتى المقررات التعليمية هذا، وقد اتجه حالياً ليسيك» وأفراته من خبراء القانون وانتقاة نمو تحاور الجدل الأكاديمي لمواجهة الخطر المأخوذ في 2002/12/16، فتحت مجموعة «التشارك الإبداعي» Creative Commons، اللائحة إروابها الرسمية لتقديم سلسلة من التراخيص المجانية التي تسمح بتقاسم أسهل للأعمال ذات الحقوق المحفوظة وترمي هذه التراخيص إلى تجاوز الطبيعة المتشعبة أصلاً لقانون حفظ الحقوق وفي ظل الأنظمة السائدة حالياً فإن رسماً أوياً خطه فإن ناشئ على مبدع ورفي لوجهه رفيعة أثناء فترة الغداء بعد محفوظ الحقوق حالما يرفع هذا الفنان قلمه عن المنديل وفي هذه الحال لا تعد الإشارة © ضرورية في أسفل المنديل إذ تصبح جميع الحقوق محفوظة تلقائياً

لقد غيرت التراخيص الصادرة عن مجموعة «التشارك الإبداعي» ذلك فهي تسمح لمبدع العمل بأن يحتفظ بحقه عندما يذكر مساهمة «بعض الحقوق محفوظة» وإمكان المستخدم إعداد رخصة الاستخدام حسب رغبته إذ يمكن أحد الخيارات في السماح لأعمال الحقوق المحفوظة بأن يرضى على أنه بالإمكان استخدام أية قطعة موسيقية أو أدبية لأية غاية كانت شريطة أن يصرى العمل إلى مؤلفه. ويسمح خيار آخر (يمكن ضمه إلى الخيار الأول) باستخدام العمل لأغراض غير تجارية ومن جهة أخرى، يقدم الموقع (على شبكة الإنترنت) وثيقة تسمح



توسيع مصطلح حقوق النشر القائم حالياً في الولايات المتحدة وقد أصبح الآن على عائق الأكاديميين والعلماء وصانعي الأفلام المستقلين وغيرهم إظهار إمكانية تقاسم جزء من أعمالهم على الأقل، وإن التشارك في التبادل الإبداعي يمكن أن يصبح واقعاً حقيقياً في الفضاء السبيريائي

استوحى ليسيك ومجموعة ناشطي السبيرة الآخرين الذين قاموا بإشياء مجموعة «التشارك الإبداعي»، والتي تعمل انطلاقاً من مكتب صمم حرم جامعة ستانفورد، الفكرة من حركة البرمجيات المجانية وجوهود سابقة مثل ترخيص السهمي المفتوح Open Audio License مؤسسة الحدود الإلكترونية Electronic Frontier Foundation وهذه المنظمة تتلقى مبلغ 850 ألف دولار أمريكي من مركز الحقوق العام Center for the Public Domain ومبلغ 1.2 مليون دولار أمريكي موزع على ثلاث سنوات، من مؤسسة جون وكاترين ماك آرثر يتسمّل بعض الخبراء القانونيين عن

١. ستنس  
TAKING JAMS  
SOME RIGHTS RESERVED  
٢. cyberspace صفا هذا المصطلح مرزف شخص  
٣. الصيال العلمي «وايم كيبسور» وقد اشتق  
٤. «المسجورانية» cybertones وهي الدراسة العلمية  
٥. للاتصالات والتحكم، وبخاصة محاكاة هذه العمليات  
٦. في النمط الإلكترونية المعقدة للبيروا في النمط  
٧. النمط «السامس» هو نمط  
٨. صمفي سكي تعرض بيده في نمط ثلاثي الأبعاد  
٩. سكي يستخدم نمطه في التحوال فيه من خلال  
١٠. إصدار الأوامر إلى الحاسوب  
١١. لغة تاشير قائمة للوسم Extensible Markup Language  
١٢. ليسي التجارة العالمية للحرم  
١٣. attribution only (1)



# اسألوا أهل الخبرة

## ما دور الزمر (الفصائل) الدموية المختلفة؟

يجيب عن هذا السؤال جازافي كلاين، مدير قسم طب نقل الدم التابع للمعاهد القومية للصحة، قائلا:

يسبب الزمر الدموية أن نسجم في النّبيّا تحت ظروف معينة إن البروتينات النوعية والبروتينات السكرية glycoproteins والشحوم السكرية glycolipids الموجودة على سطح خلايا الدم الحمر هي التي تحدد الزمر الدموية، التي تورت في عام 1990 وصفت «A» لآلنتاينر-التصانيف الأصلية A,B,O. واليوم يتعرف الأطباء 23 مجموعة من الزمر الدموية والمئات من الزمر الفرعية. سو أن غالبية هذه الجزيئات ليست ضرورية لعمل خلايا الدم، لكن لبعضها وظائف محددة تؤدها على سطح غشا الخلية الحمر. ف عوامل الزمر الدموية قد تكون بوال transpore، تسمح على سبيل المثال، ب دخول مواد إلى الخلية الحمر، وخرجها منها، أو مستقبلات receptors تسمح بارتباط مواد خاصة ب سطح الخلية

تؤدي الصفوف البيئية الانتقائية دورا واضحا في استعمار وجود بعض الزمر الدموية فعلى سبيل المثال، يمكن «دلي» Duffy، وهو مستقبل زمرى دمى، أنواعا معينة من الطفيليات الخاصة بالمalaria من الدخول إلى الخلايا الحمر. لذت بعد في بعض مناطق الماريا في إفريقيا أن السكان الفاقدين عامل «في» يكتسبون ميزة من الحماية ضد الماريا، وهذه ميزة وأصبحه ساعد على لهذا لا تعلم حتى الآن وظائف عوامل الزمرتين A و B (الزمرة O لا تحوي عامل A أو B) ومن المحتمل أن تكون مهمة بطريقة ما، كونها تظهر على العديد من الخلايا والسج، إضافة إلى خلايا الدم. كما أنه تجول في اللازما يضاف إلى تلك، أن الفوارق الإحصائية في تولدت بعض الخبايا malignancies المترافقة مع الزمر A أو B أو O سبر إلى أن لهذه العوامل دورا في هذه الأمراض

WHAT IS THE ROLE OF THE DIFFERENT BLOOD TYPES?

## لم يعتبر ضغط الدم الطبيعي أقل من 80/120 ولم لا تتغير هذه الفراء تبعاً لطول الشخص

أو إذا كان الضغط الانبساطي 75 أو أكثر. وتزداد الإصابة طويلا بمراتب ارتفاع ضغط الدم. تلك فإن قاصر ضغط الدم 160/90 تعتبر مؤشرا معقولا كي يراجع صاحيبه الطبيب بشكله، وذلك بهدف الحيلولة دون استمرار ارتفاع ضغطه مع مرور الزمن. وفي الحقيقة، فإن ضغط الدم يزداد مع طول صاحيبه وذلك لضمان وصول الدم والأكسجين إلى أعلى نقطة في جسمه طوال يومه. لكن هذه الزيادة في ضغط الدم مع الطول قليلة جدا، ولهذا فإن الفراء 80/120 لا تعدل بالنسبة إلى الأشخاص الطولي القامة

Why is Normal blood pressure less than 120/80? Why don't these numbers change with height?

أجاب عن هذا السؤال «د. أ. كنتر» استشار أول للمعاهد الوطنية للقلب والرئة والدم في المعاهد الوطنية للصحة، حيث قال: «ن تحديد قياس الضغط الطبيعي بـ 80/120 غير معروف السبب، وإن القراءة العلوية هي قراءة الضغط الانقباضي systolic التي تعني الضغط داخل الشرايين خلال شخ الدم من القلب، والقراءة السفلية هي قراءة الضغط الانبساطي diastolic وهي قياس الضغط في الشرايين عندما يكون القلب في وضع راحة ويعداد ملته بالدم. وهذا الأمر صار معروفا منذ أوائل القرن العشرين من خلال بيانات فحوص التمانين على الحياة. وقد أثبتت الدراسات أن إصانة القلب أو الدماغ تزداد عند البالغين إذا كان الضغط الانقباضي 115 أو أكثر،

## كيف يمكن استرجاع ملفات حاسوبية بعد حذفها؟

يجيب عن هذا السؤال «د. شولدن» استاذ علم الحاسوب في جامعة جورج تاون:

يمكن استرجاع الملفات المحذوفة لأنها في واقع الحال تبقى موجودة على الأقل لفترة بعد الأمر بحذفها. وسبب ذلك هو أنه أسرع وأكثر كفاءة للحواسيب أن تكتب فوق بيانات موجودة وذلك عند الضرورة فقط عندما لا يكون هناك فراغ متاح في الذاكرة لكتابة بيانات جديدة.

بحر الحاسوب المعلومات في مجموعات مكتظة تسمى قطاعات sectors. ويمكن أن يكون ملف مكتوبا على عدة قطاعات. وقد تكون هذه القطاعات منتشرة حول القرص ويحتفظ بنظام التشغيل بفهرس يبين انتماء القطاعات المختلفة للملفات، كما يحتفظ دليل يربط أسماء الملفات بمداخل الفهرس.

عندما نحذف مستخدم ملف، فإن مدخله في الدليل يُنقل و يُنم على أنه محذوف. لذلك فإن الملف المحذوف يمكن استعادته

إذا كانت بيانات الفهرس والقطاعات الخاصة به لم تستخدم بعد. مثل هذا الاسترجاع سهل لسطح المستخدم التي تُعْم سببها على مداخل الدليل أنها محدودة ويقوم برنامج بمسح الدليل لمعرفة المداخل المحذوفة ومن ثم يعرض قائمة menu بالملفات التي يمكن استرجاعها. وفي أنماط أخرى من النظم، يكون استرجاع أكثر صعوبة. فقد تضع مداخل الدليل، مما يسيب صعوبة أكثر في الحصول على الملف ولا يد لبرنامج الاسترجاع من أن يصنف جميع بيانات الفهرس وأن يجمع ملفا ملفا من مختلف لمطاب. لا بعض المطبوعات، ربما يكون من تلك التي أعيد استخدامها، ومن ثم لا يمكن بشكل عام استرجاع سوى بعض أجزاء الملف للحصول على مقالة كاملة في هذا الموضوع وإجابات أخرى من العلماء في مجالات متعددة، يمكن «زيارة» الموقع: [www.sciam.com/askexpert](http://www.sciam.com/askexpert)

How can deleted computer files be retrieved on a data disk?

Shogved (إيفاد)





ومع ان هوة صاعبي سمحاح لشوية  
الشمريه المكرة في انصهر ليايوليوني  
الاعى غير معروفة على وجه التاكيد  
سميت لانصهر الي مصفات بشريه في  
تلك الاوقاع هاه يفترض نقدينا بهم  
نوع بشري حديث نسريجنا ويسوء  
بيدرياليين وهكذا طر بعض لاحتج  
ان الواضحة بين هاتين المجموعتين من  
ليشمير استشهدت في العرة قدرة  
ايداعية كانت هالعة حتى ذلك الحين

ويحاج متخصصون آخرون في ان  
الانفجار الثقافي الواضع في أوروبا  
حدث نتيجة انتقال تم في وقت ايكز  
إلى حد ما في إفريقيا ويؤكد  
١٠ كلاب [من جامعة ستانفورد]  
ان انصهر اسرع من انصهر ليايوليوني  
الابسط الى انصهر الهاندولمي لاعى  
بعكس صورة تخون حثى من ٩٠٠٠ الى  
١١٠٠٠٠ سنة قبل في عريقيا حيث  
سمي المرحطين انصهر انصهر  
انصهر لحصري الاسب و انصهر  
انصهر انصهر والقوة انصهر هرا  
التغير لم تكن مواجهة مع بعض آخر من  
كانت سميه بالاسب لانه بحلول  
بال الوقت في افريقيا لم يتعرض نوعنا  
البشري الى منافسة مع انواع بشرية  
آخري) سم كانت انصهر لافعه طفره  
حديثة حدثت قبل ٩٠ ٠٠٠ سنة وعبر  
السيرورات العصبية، وبذلك أطلق العالم  
نوى اسلافنا الانداعية

## يذو التغير

يذو ر ثمة عدد قليل لكن متزايد من علم الآثار الذين  
تحدهم في السموت لاجرة بطرات الانفجار الأعظم في شبه  
انقاعه حسيحة مورخ مختلف جوهري ويعتقد مؤيدوهم انهم يمكن  
هناك صلة رقيقة فاصلة بين الحسم والاسب وهم يؤكدون  
السلوك البشري لحدثت كحل مدد طويله في عصبه يمكن  
وصفها بطريقة اكمل ملاسة بانها تطوّر أكثر من كونها ثورة ويعتقد  
بعض الباحثين ان احداث المعرفة ربما بطورت في نوع بشريه  
حدي مثل لاندوراميين

الافكره لامي مفادف ل لاسراع لقوة لبوع البشري حديثا  
قد تمت الى قدم انصهر انصهر حسيحة سميت حسيحة غلبت حسيحة  
كان انصهر عرفت في صملا من لاسم، لتي نوحى من انصهر  
كانوا بطرات في ممرات حديثه سميت مددة طويلة اوز مده قدم  
فيها الاسب انصهر بالسم على حمار كهف في فرنسا ويضيف

Midle Stone Age  
Latter Stone Age  
Early Stone Age  
Middle Stone Age  
Latter Stone Age  
Early Stone Age  
Middle Stone Age  
Latter Stone Age  
Early Stone Age

والليل الرئيسي على صحة هذا النموذج يأتي - على حد قول  
كلاب من موقع في وسط كينيا يسمى انكيزياناموتو ي كهف  
انصهر الذي وجد فيه انصهر انصهر انصهر بها كانت قبل  
٩٠٠٠ الى ١١٠٠٠ سنة في هذا الموقع عثر ١٠ ممرور [من  
جامعة ليري] وعرفه على سكاكس صنوعه من رجاج برخالي اسود  
ومكاشط بجمم ظفر الإبهام والأهم من هذا، أنهم وجدوا خيوط لها  
شكل الأرام صليبية صنعت من قشور بيض النعام في انصهر  
انصهر التناظر يعود تاريخها إلى ٩٠ ٠٠٠ سنة جلت وفي هذه  
الأيام مارا يجرى بين الفاضلين الجامعين في كوكب سار  
بوتسوانا تبادل هدايا بشكل جدائل مكونة من حرير متشابته  
ويشترى ممرور صناع الحرير القادسي في انكيزياناموتو قد  
انصهر انصهر وهو ممرور انصهر لاجدة بصمغ عا حثى  
بصمغهم في لوقت العصية وإذا كان الأمر كذلك فإن كلاب  
يذو ر ثمة قدرة حسيحة لاسم حسيحة بوساطة الممرور - سمحاح مع  
انصهر العربة لوليد تقانات الفصل للصيد واستعمال الموارد - ربما  
كانت في التي مكنت نوع البشري حيا بعد نحو ١٩٠ ٠٠٠ سنة من  
سوءه من لاطلاق من قدره الام لاكتساح لعالم

الأشخاص الذين أتوا فيما بعد ذلك العصر

شدة مواقع أخرى في العصر الحجري الأوسط مثل #G (ترمز # إلى قرعة صوتية) في صحراء كالاماري بوشوسانا، يعود تاريخها إلى 77 000 سنة خلت، وقد وجد فيها بقايا حيوان مقلوب، وهذا يوضح زعما آخر غالبا ما كان يردد البعض، وهو أن قدماء البشر لم يكونوا يجسئون الصيد مثل أولئك الذين عاشوا في العصر الحجري لتلتلف ويبدو أن سكان الموقع #G كانوا يطاردون

ماتتظام فرائس ضخمة وحطرت مثل حمار الوحش والحفاز الإفريقي. وقد اقترحت H+ J ديكونز [من جامعة ستيلينبوش] أن البشر في بعض المواقع، مثل كهف مصب نهر كلاسيك بجيبوتي إريتريا، كانوا قبل أكثر من 60 000 سنة يحرقون عمدا الأراضي العشبية مهديا لتكاثر بعض النباتات للجزيرة العذبة، التي يعرف أنها تفرخ بعد تعرضها للآثار

وتشير بعض المكتشفات إلى أن أنماطا معينة اشتهرت بالعدالة السلوكية قد نشأت حتى قبل ظهور الإنسان العاقل. وفي أواخر صيف عام 2005، كشفت الحفريات التي أجراها فريق حكاك بيريتي- في موقع قريب من بحيرة بارينكو في كينيا شرايط حجرية - كانت في وقت من الأوقات سمة مميزة لواء العصر الباليوليتي الأعلى - عمرها أكثر من 510 000 سنة وفي موقع قريب اكتشف فريقها أيضا، في طبقات من الأرض عمرها 285 000 سنة على الأقل، كميات كبيرة من أكسيد الحديد المائي

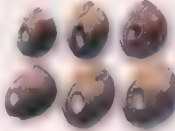
الأحمر" مع مجالغ حجرية لشحذا. وقد رات حكاك بيريتي- في هذا إشارة إلى أن سكان بارينكو في العصر الحجري الأوسط كانوا يستعملون مواد تلوية لأغراض رمزية - لتزيين أجسادهم، مثلا - تماما كما يفعل كثير من الناس في أيامنا هذه (بارينكو ليس الموقع الوحيد الذي يزودنا بشواهد قديمة مدعلة على جلب أكسيد الحديد، إذ إن كهف النهيرين التوامن" في زامبيا وأى مواد مشابهة تعود إلى أكثر من 200 000 سنة) وتتضمن مجموعة من الحديد عمرها 130 000 سنة، وجدت في الموقع المسمى مأوى صفرية مومبا" في تنزانيا، رفاقات صُنعت من زجاج بركاني أسود كان يدفع في مجرى بركاني يبعد عن ذلك الموقع نحو 200 ميل، وهذا دليل قاطع على أن الكائنات الشبيهة بالإنسان التي صنعت هذه الأدوات كانت تقايسها بمواد أولية غريبة مع مجموعات أخرى.

بيد أن المقاد رفضوا هذه المكتشفات بناءً على الشكوك المحيطة بتاريخها في بعض الحالات، وعلى مقاصد صانعيها في حالات أخرى، ويرى المشككون أن أكسيد الحديد ربما كان يستعمل بصفة

العلماء إلى تلك الرسوم ثلاثة رماح خشبية من شونكنن بالمانيا عمرها 400 000 سنة، وما يُزعم بأنه تمثال صغير من موقع يسمى بيريكيات رام في فلسطين عمره 233 000 سنة، وقطعة من الصوان مغطاة الحافات مع أقواس متحدة المركز من الفينطرة في سوريا عمرها 60 000، وقطعتين من العظام المثقبة من كهف مصب نهر كلاسيك بجيبوتي إريتريا عمرهما 100 000 سنة، ولوحا مصقولاً مصنوعا من أسنان فيل الماموت الضخم من تاتنا Tana بالبحر يراوح عمره بين 50 000 و 100 000 سنة. بيد أن كثيرا من علماء الآثار ينظرون إلى هذه البقايا بارتياب، إما لأن أعمارها غير مؤكدة، وإما لأن أهميتها غير واضحة وكل أمارة على عقل متقدم بدا قديما حقا، فُسرت بأنها نتاج عبقري بين مجموعة من الأشخاص المتوسطي القدرات

وقد أصبح الدفاع عن هذا أكثر صعوبة بسبب المجموعة المتزايدة من الأدلة في إفريقيا على أن التحول الشكلي العقلي في أسلافنا بدأ قبل بداية العصر الحجري المتأخر بكثير. وفي مقالة عنوانها «الثورة التي لم يكن لها وجود تفسير جديد لنشأة السلوك البشري الحديث»، أعلنت مؤلفاتها موقعيهما من هذا الموضوع فهما تصاحبان في أن كثيرا من مكونات السلوك البشري الحديث، الذي يظل بأنه طهر قبل ما يراوح بين 40 000 و 50 000 سنة، يمكن رؤيتها قبل ذلك بعشرات الآلاف من السنين في بعض المواقع خلال العصر الحجري الأوسط إضافة إلى ذلك، فإن كثيرا من هذه المكونات لا تبدو أنها أتت دفعة واحدة، بل تدريجيا، وذلك في مواقع مبعثرة هنا وهناك، وفي أزمنة بعيدة عن بعضها بعضا

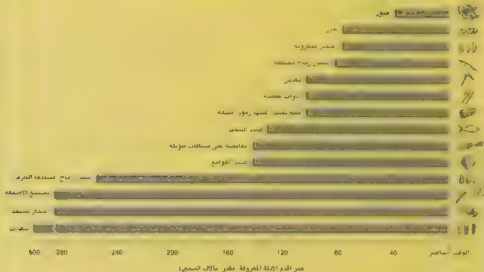
وفي ثلاثة مواقع في كاتاندا Katanda بجمهورية الكونغو الديموقراطية، وجدت بروكس ود. بليتز [من معهد السميثسوني] رماحا مغطاة مزودة بطيات لحديد مصنوعة من العظم ويقولون إن هذه الرماح تعود إلى 80 000 سنة على الأقل، وهذا يجعلها تنتمي إلى العصر الحجري الأوسط وتُظهر تلك المصنوعات اليدوية مستوى من التعقيد ليس أدنى من ذلك الذي شوهد في الرماح التي عمرها 25 000 سنة، والتي صنعت في أوروبا. وهذا المستوى لا يقتصر على تعقيد تصميم تلك السلاح فحسب، وإنما يتضمن أيضا اختيار المادة الأولية التي صنع سب فاستعمال العظام والحاج في صناعة الأدوات كان يُظن أنه لم يحدث إلا بحلول العصر الباليوليتي الأوسط والعصر الباليوليتي الأعلى إلى ذلك، وجدت بقايا أسماك السُلور النيلية العملاقة على بعض رماح كاتاندا، وهذا يوحي للمفكرين عن الآثار بأن الناس كانوا يذهبون إلى هناك في موسم وضع الأسماك لبيضها - وهذا نوع من التخطيط الموسمي للموارد كان يُظن سابقاً أنه مقصور على



**قواقع حلزونية جُمعت من مصب نهر يبعد نحو 12 ميلا من كهف بلومبوس، ثم نُقبت بواسطة مخزن عظمي. وتدل علامات البري (الاهتراء) حول الثقوب على أن هذه القواقع قد نُظمت معا ربما لتكون عقداً أو سواراً.**

The Hominin That Was... A New Interpretation of the Origin of Modern Humans  
Sahar  
Tale River Cave (1)  
Mumba Rock Shelter (1)  
© 2005 9

ابداعات العصر الحجري

[illegible]

تقنية القذائف projectile technology إلى امتلاك أسلحة القذائف  
ما بين 45 000 - 35 000 سنة حلت سمح للناس نقل طرائد صعبة - ويشير  
أخرون - من منطقة مأمونة ويقول «د شيا» [من جامعة ستوني بروك] إلى  
هذا وفي للناس حافزا قويا للتحاول فيما بينهم، وهذا بدوره عزز تطوير  
تلكات اجتماعية التي بواسطتها تبادل المعلومات بسرعة

**العصر الميكانيكي** Population growth كانت الطرق الجديدة لتبليغ  
الخطى من الوجود في وقت مبكر، وفي صقلية، إلى أن وصل النصح  
السكاني إلى كتلة جردة critical mass في هذه الحالة، أسفرت التوجهات  
في الخصوبة والتلفني فيما بينها على المؤثر، في أحدث سلوك زمني.  
جذرت الإنكار الثقافي، وهذا في مؤثره بالخطى، في ضميرهم، في رؤيتهم، [ص  
حاشية خروج والتسليم] و هذا كان بيروني، إلى صياغة كوكبتيك، ومع ترميز  
العدايش إلى المارديني، إلى السوك (هنا) المستكشفين، في بلا في سوك  
توجد التلمذة إلى زادي إلى تراض الموعات حتى آخر هذه

الطفرة الدماغية Brain mutation كان طفرة جينية حدثت قبل نحو 50 000 سنة ثم مؤات تخصص في تغيير نظام الاتصالات في الدماغ البشري بحيث أصبح قادر على التفكير الرمزي بما في ذلك اللغة - كما يدّعي الباحثون من جامعة ستانفورد - وهو يرى أن البشر الذين مروا تلك الطفرة هم - بحسبهم - أولئك الذين هم اليوم.

الرمزية Symbolism إن ابتكار الحزن الخارجي للمعلومات - سواء كانت نشئة كالخوار، أم مسبعة أم بالوات - قد ملعة - يعطاف في تطور السلوك البشري، هذا ما يقوله ٥ نشهدون... جامعية يبرهن بالمروحي) وقد يكون الإنسان العاقل املك الاوقات الابدية للنكسار الزمني بحلول الوقت الذي يشاف فيه هذا الإنسان، ويعد قبل نحو 190 سنة على الأقل، وينضج بل عند إلقاء بركات سريضة من وقت إلى آخر، في السجود اللغويولوجي ولكي في تلك السلوكي، وفيه لفظ الذي، يوضع فيه الترميز الأساس في المعظم المتوالي المتسري - في يوضع هذا - إن تكون شذات تحارية متخلفة - تحطت الكدمات الكملة لله الرمزية

كارثة بيئية Ecological disaster توجي الميانات الطبيعية كال  
 الإنسان العامل قدر من ضيق الإرجاع من نحو 70 000 سنة ويقتصر  
 الأمر على (مصر) من جهة الإصصام إلى هضبة مصرية. ربما  
 انحصار ضمن توبا Woumi Tobe مسطورة في هذه الوقت تقريباً. عندما  
 خلفت شدة تركبنا مديراً استعصر ست سنوات. أغلقه عصر جليدي مثله  
 1000 سنة. وهؤلاء الأفراد تقاتلوا وبطاسوا المواد بينهم -  
 خارج حدود مخصصاتهم المحلية. كانوا الأصل من استخدام (أدوات  
 البنية القاسية التي غاموا. وقد مرر حينهاهم عن الأجيال اللاحقة  
 وعدم التفريق المتطرفة دعمت في عطفها الانتقال من مستوى الفوج  
 إلى troop level المستوى القبلي

## تخطيط الحدائق

وتبين مكتشفات حديثة، ومن ضمنها تلك التي سُخِّرت من كهف بومبوس بحوث فريقنا، أن كثر من الممارسات المتطوره لم يتشابه قبل نحو 40 000 سنة فقط وإنما قبل عدة طويله. وذلك في بواضع حدرج ورونا وواوذا وهي من ايسر كابو، متوسعا من بومبوس لحول ارضي بلعوا هي اصادات لبيديج، من بومبوس مثل تلك هي لخصه في بعض الفيلسوفات على الاقل مشروا ارسيد مسخر من المبكى وجود مثل هذه الفلوات في ارض حلف متواتر للفيلسوفاتين ولباسد العالي وورد الخطط السطحي الماشق له وقد ذكرها في هذه الحاله

نظير النوع البشري الذي يشبهنا قبل 195 000 سنة. هذا ما تؤيده استنتاجات الأبحاث الحالية التي استخدجت من موقع كومبيشس إيتوبيا على علماء الآثار يرون أن البشر بدأوا في انتاج سلوك مماثل لسلوكنا إلا أنه كان بحد 150 000 سنة. ويتشابه هذا الفكرة، إذ على جميع، عن الاختلافات الثقافية المتخلفة في أوروبا، حيث إدهر على الفطرس، وحصدت التسميدات المقايضة وأشياء أخرى تدل على التفكير الحديث وكان ذلك قبل وقتاً لننظر قبل نحو 40 000 سنة، أي، تقريبا، في الوقت الذي بدأ فيه النوع البشري الحديث شجاعا سيمتلأ أوروبا

اذكفاء بالنسبة إلى عصرهم"

إلى جود العالم الجليل، الذي ظال أمته هو الذي ساهم  
للاصا إلى المكتشفات في بيوموس في عام ١9٩١،  
تستورد إلى تراكمت الأثرية في بيوموس، عندما  
كان يبيت من مواقع ساحلية أحدث ليجري ألواح حيراته من  
في حصوله على الكشوراء كان ذلك الكيف، ألواح قريبا من  
مدينة Stilly Bay في الشمال الغربي لجنوب إفريقيا في جرف  
بما يصل إلى المجدد الهندي، بحوي ضخم قطع صنعت في  
العصر الحديث كان يبيت هنا لكيها كانت تبدو وغيره في  
العصر الحجري الأوسط لكن هذا كان خارج مباحته  
لكان ضمن بيتا أثرى للتمثيل الإلهي لبيوموس  
في 1997 لم يشرع في حفارته بعد وقد كالت الوات، استخرج  
فمنشئولوه، وشرفه من الأرض مجموعة مفصلة من أدوات  
وأسلحة وأثاث ومزيّمة، ومعهم هذا، رسموا صورة للنسر  
القادم إلى كادافكون ملك

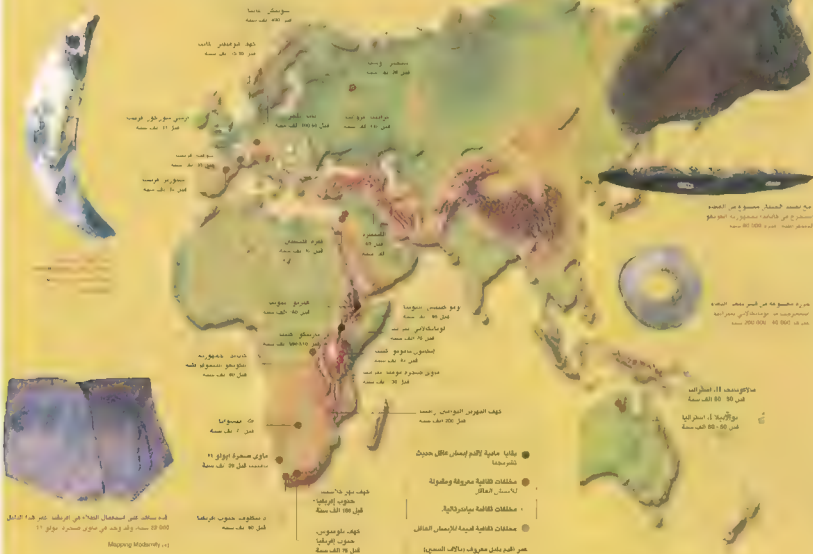
وقد استغرق في طهارة أرضه عن تاريخه - في الماضي - عدة عقود - إلى 75 000 سنة. منذ ذلك، عثر على الأدوات القديمة من عصاها 40 أداة عظيمة، كثير منها حادز (مماثل) جميع الصيغ الحديثة، ومن رماح ثنائية الحافة مستديرة الشكل مصغرة من البسترات، والصناديق، وصناديق إطفاء، أشكال حديدية، وكان مستعملها كالماء بلوموس على طول الوحي، وفلتراته المستخدمة لتحويل لون الطغف وكلا ليريد على الوحي الحافة المستديرة الأطراف على إنش واحد، ويؤدي أنها ربما كانت تستعمل كقناديل، ويظهر نظام أنماط مختلف من الأسماك التي تعويض في الحوض البحري - عن قديمها قد يتجاوز 100 000 سنة - إلى قاضي بلوموس كانوا يهيمون التجهيزات اللازمة لاصطياد أشياء مائية في المحيط بعمق زوايا 80.

بشتر مواد الطبخ إلى أن منطقة الكهف كانت مغلقة، كما أظهرت الأبحاث التي أجريت على الباطل. أما كانت مغلقة هناك افراد السكان التي تعود إلى بآلفه عديدين من الالوات المستعملة أثناء العمل «مستشيرة» في قوما إلى أن يوجد في الكهف طيرة ورشة تصنيع عود الاوكاف. بين هذه الكمار تعليم الطيرة صنفها ما يكون هؤلاء قد مارسوا الكهف أخرى أيضا «وامع» وتكتشف في بوموس من الذي يبين أن سكانه كانوا يبقون ريسا وحتى الآن، على الفرق إلى قلة واحدة من العظم السحر، وسعرا طرايع تجعل لها من الكسعيد السعيد الاصر. وبماتن من السعير - والصغير - ومجمعة ملاحدة من نفس الطليقات الاربعة التي يبلغ عمرها 75 000 سنة، وقد وجدت فيها الحفنة العديدة التي لذلك فإن التوسيات التي يتجاوز عمرها 130 000 سنة تحتوي على طليقات كثيرة من الكسعيد السعيد المصنع، وقد اتخذ بعضها شكل اصابع من الطباشير.

ربما لن يعرف العلماء أبدا ما تعنيه بالضبط هذه الأشياء المبهمة

Smart for Their Age • 11

50



نحو 60 000 سنة حسب المكتشفات التي عثر عليها في لوانغانا لي Lanyangama في سرانغا حيث وجد العاملون جررات من قشور بيض النعام عمرها نحو 70 000 سنة

يبد أن المشكلة التي تطل قائمة تقطلي في أن معظم مواقع العصر الحجري الأوسط تنتمي قدراً ضئيلاً أو لا شيء من السمات التي يستعملها الباحثون كي يحددوا تماماً المعرفة المتنامية في السجلات الأركيولوجية ومع أن ثمة عدة مواقع أخرى - في جنوب إفريقيا مثلاً - وفرت للباحثين أدوات مستديرة الطرف ذات وجهين، فإنها لا تقدم دليلاً على وجود سلوك رمزي وبالمجمل، فإن العبارة التي يجب التورخين ترفيعها، وهي أن عدم وجوده، صحيحة إلى حد ما. المحتمل أن يكون الناس الذين عاشوا في تلك المواقع ادعوا فنناً وزيّناً أجسادهم، لكن لم يبق منها على مر الزمن سوى أدواتهم الحجرية

وربما كان المعط Pattern الذي اتضح لما حتى الآن في السجل الإفريقي، والذي يتمثل في لغات سريعة وقصيرة الأمد عن العداثة العرقية السابقة لنشوء العصر الحجري المتأخر ولالات عامة على هذه الحداثة بعد رب. إنما هو مجرد كونه مصفوعة من مصنوعات الإنسان القديم حقيقت بالبقا، أو للعد الضئيل نسبياً من الألف الإفريقية التي أجريت فيها حفريات حتى الآن مرة أخرى، فقد يكون هذا الذي يحدث على نحو متقطع هو بالصيغ ما يتجلى على علماء الآثار توقع رؤيته إذا كان الإنسان العاقل الحديث تشريحياً قد امتلك القدرة على امتياز السلوك البشري الحديث، لكنه لا يملك تلك القدرة إلا عندما يرى فيها دلائل تعود عليه بالنفع، وهذا ما يراه كثير من المؤرخين بطريقة للتطور التدريجي

ويفترض «ماك بريرتي» وأخرون أن أكثر الظروف ملائمة لإظهار أمارات السلوك المتقدم ثقافياً، هي تلك المنسوبة إلى مجتمعات سكانية كبيرة فتكثر السكان يوجه ضغطاً أكبر على الموارد، مما يجبر أسلافنا على ابتكار طرق تتسم بدكاء أعلى لتأمين الغذاء والمواد اللازمة لصناعة التجهيزات ثم إن وجود عدد كبير من الناس صعد فرص المواجهات بين المجموعات المختلفة وقد يكون الضرر وطني الأجساد وحتى صناعة الأدوات باتباع أساليب معينة، مجرد مؤشرات إلى انتماء فرد إلى عشيرة معينة ووضعه الاجتماعي فيها، وهذا أمر مهم جداً عند امتلاك موارد محدودة وربما أدت الأشياء الرمزية دور مخفّف لاحتكاكات الاجتماعية خلال الأوقات العصيبة

ويقول «هتشيلوود» «عليك أن تغفل خيراً للمجموعات المحيطة بك، لأن هذا هو الطريق الذي يسمح لك بالوصول على شركاء، فإذا كان

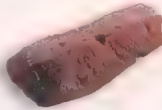
لصانعيها، بيد أن أهميتها لهم كانت شيئاً واضحاً وقد أظهرت التحليلات الطويلة والرفيعة لقطعتين من أكسيد الحديد الشقوش، والتي أشرف عليها «د. بريك» [من جامعة بورتو بفرنسا] أن الصخور التي بها لون أحمر كانت تنضج يدويها في أحد حاضبيها بغير تشكيل سطح صعب نحرس بعد ذلك عدة مرات باداة حجرية مستديرة الطرف أما قطع أكسيد الحديد الكبرى، فكانت مؤطرة محطوط سمكية، ووصحة تشكل مجموعات متعارضة من المستديرات الموزية كانت صناعة الحرز عملاً يتطلب أيضاً بدى جهود كبيرة ويعتقد

«هتشيلوود» أن الأصداف البحرية للثقافات من التوت ماساريوس كروميانوس، جُمعت من مصبي نهرين يبعدان 12 ميلاً عن الكهف ولانزال موجودين حتى الآن وفي مقالة نُشرت في عدد الشهر 2005/1 من مجلة التطور البشري، كتبها «هتشيلوود» و«بلاك»، ذكر أن إعادة بناء تحارب العملة التي كانت تُنقَل للأصداف، تشير إلى أن صانعي المجوهرات النسيجية كانوا يستعملون أدوات عظمية مستديرة الأطراف لاختراق الصدفة من الداخل إلى الخارج - وهذه تقنية كانت تسفر عموماً عن كسر الأصداف عندما كان أعضاء الفريق ينفقونها وبعد ثقب الخزرات، يبدو أنها كانت تُنقَل في خيط لتشكيل طرق منها وتتشير آثار أكسيد الحديد الأحمر الموجودة على الأصداف إلى أنها ربما كانت مستخدمة إلى جلود الناس المطيلة بأكسيد الحديد

ويلى «ماك بريرتي» أنه فيما يتعلق بالمستوى المعرفي المتقدم في العصر الحجري الأوسط، فإن «بلومبوس» هو الدليل القاطع على تقدم تلك المستوى «لكن «هتشيلوود» لم يقع الجميع بتعليق وقد وردت شكوك من «د. وايت» [من جامعة نيويورك وهو جبير برزيات الأجسام التي كانت تستعمل في العصر الباليو ليتي الأعلى]، «فأدعا أن الثقوب والسليجات التي تبدو بالية على أصداف تاساريوس هي نتيجة لميوزات طبيعية لا لعمل يدوي بشري

## يأتي كثيراً، ويختفي سريعاً

بيد أننا إذا قرأنا الأمور قراءة صحيحة، فإن المكتشفات الشهيرة في بلومبوس تقدم شواهد قيمة على أن مجموعة واحدة على الأقل من البشر كانت تمتلك طاقماً عقلياً حديثاً قبل أكثر بكثير من 50 000 سنة، وهذا يجعل الادعاءات النسيجية بوجود حداثة سلوكية مبكرة أمراً يسهل تقبله وقد تدعم هذه الادعاءات، أيضاً، المكتشفات الحديثة تلك التي حدثت في دايكلوف Diepkloof بالراس الغربي لجنوب إفريقيا التي تؤكد قطعاً محزناً من قشور بيض النعام يعود تاريخها إلى



قطعة من أكسيد الحديد  
استخرجت من موقع  
بلومبوس، وهي منقوشة  
بوساطة حجر مستدق الطرف  
وربما كانت تدوريناً للسجلات،  
أو كانت تمثل تصميماً جمالياً  
ويحكي الحيد المطلوب

للمحسنة هذه الحفريات، حفرت  
العلامات، منها على سبيل  
تذكير سابقاً لا يحذر - بسبب  
عدم وجود شارب

ثمة نظام معمول به لتبادل الهدايا  
فهذا أسلوب يمكنك من الحفاظ على  
علاقات جيدة بغيرك ، وهي الحقيقة  
لأن تقديم الهدايا قد يقصر سبب  
لصقل الفني لبعض الأدوات التي  
وجدت في بلومبوس

وبالتكس ، فعندما تضال عدد  
اسكن ، تراجع مستوى هذه  
الممارسات ، متقدمة - ربما لأن  
الباش العاملين فيها ماتوا ، أو لأنه  
في غياب المنافسة لم تكن هذه  
الممارسات مربحة ومن ثم سوان  
أنسب ويوفر من استمات  
مثالاً حديث على هذه العلاقة  
ضعيف وصل الأوروبيون إلى تلك  
المنطقة في القرن السابع عشر  
و جهوا شخصيات دون ثقافة صلبة  
سنة حتى من ثقافة المصغر  
البحري الأوسط أن أن معظم ما  
كان لديهم نور من الحقائق  
بحرية وفي لحظه عن وجهه  
نظر أركيولوجية ، لأنه أن تحلق  
تقريباً جميع اختبارات الجدالة التي  
طبق على هذه الحفلات - وبعبارة  
بها لأحصارات التي يعود عهدها  
على أن وقع قبل لما يحسنه يكن  
سجله ، سبر ، مستخدمين كدوا  
عشرون قبل عدة آلاف من السنين  
مجموعة أكبر بكثير من الأدوات  
التي كانت تتضمن عددا عظيمة  
وشمالا للصيد ، وأقواسا ومهما  
ويبدو أن التسمانيين القدامى كان  
يلكون جميع أحداث الأدوات قبل  
- تحزل مستويات البحر المرتفعة  
جزئتهم عن البر الرئيسي قبل  
10 000 سنة ، لكنهم فقدوا ثقافتهم  
في سياق تحولهم إلى مجموعة  
سكانه صغيره ، انفصلت عن سكن  
أستراليا الأصليين

قد يكون هذا هو السبب في  
أن المواقع في جنوب إفريقيا التي  
تعود إلى ما يراوح بين 60 000  
و 70 000 سنة نادر ما تبدو حافلة  
لسمات الحضارة ، إذ إن إعادة  
البناء السكاني توحى بأن  
للمجموعة البشرية في إفريقيا  
دُمرت قبل نحو 60 000 سنة أثر



يرى الباحث C. هينشيلوود أن كهف بلومبوس كان حصة حلقية عندما عاش هناك بشر قبل 70 000 سنة وكانت  
مناخات كد بعينه محدودة للأعداد صخرة الكهف ، كما كان هناك البحر يسي إلى نسخة منظمة وحدثت بحول في  
تلك المنطقة بصفاء لأهوية الجحمة التي لها ، كد بره المذاق و نواع خرد من بلو تونس به أن تنقل في  
بعض كذا هو في كد الزمان وبعد عام 1994 بد "فيسنود" وفريقه باستخرج قطع بره سبب في العجر  
البحري الأوسط من كد "خاوي" موزون بده توقع كل قطعة مستخرجت منه وعطش كد السه نسمة  
التسعة لعمليات الحفر التي ينفذها هذا الفريق



## تتحد الخلايا من جديد لتشكيل الأسنان<sup>١١</sup>

الصحيحه من الحلايل حتى تُنتج سدادات مادة وبسبب المصعبي  
ويفضل استخدام حلايا من جسم المريض ذاته (الشخص الذي فقد  
بعض أسنانه) على استخدام خلايا جنينية، لأن نسيج المرض ذاته  
لن يُعتبر جسما غريباً، ومن ثم لن يتعرض استجابة مناعية

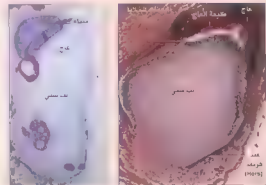
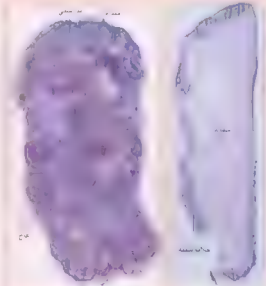
يجب تحقيق ثلاثة إنجازات أساسية لإثبات ما إذا كان بالإمكان  
تصنيع السن التعويضية من أصل حي: الأول يجب تحديد مصادر  
الخلايا القادرة على تشكيل السن وأن تكون سهلة الاستحصال من  
المريض أنفسهم الثاني يجب أن تكون الأسنان المُنتجة من هذه  
الخلايا قادرة على النمو في بيئة الفم البالغ، وقادرة على تشكيل  
جذور ترتبط بالعظم برباط عامل (وظيفي) حول سني functional  
periodontal ligament الثالث يجب أن تكون قناريين على التوقع  
المسبق والتحكم في شكل وحجم هذه الأسنان التي من أصل حي  
حيث تماثل أسنان المريض إن هذه الإنجازات أهداف طموحة، لكن  
تقدما كبيرا قد حصل دأناها كل منها بواسطة مجموعات بحث  
مختلفة استخدمت طرقا متماثلة

### بناء السن البيولوجية<sup>١٢</sup>

في أواخر الثمانينات من القرن العشرين قام «D» فاكنتي [الجرارح  
المختص بزراعة الأعضاء، في كلية الطب بيهافارد] و«R» لانكر  
[المختص بكيمياء، البوليمرات في معهد ماساتشوستس للتقانة]  
بمصور فكرة دمج خلايا من عضو أو نسيج على سقالة (منصبة)  
scaffold مصنعة مسبقا وقابلة للتحلل الحيوي biodegradable  
بهدف توليد نسيج أو أعضاء للزراعة [انظر، الأعضاء الصناعية،  
الجزء ١٥، العدد ١٥ (1998)، ص ١٦] وبعبارة مبسطة كانت طريقتهم  
تستند إلى حقيقة مفادها أن النسيج الحية مكونة من خلايا ترسل  
إشارات فيما بينها باستمرار، وغالبا ما تتحرك في مجتمع ثلاثي  
الأبعاد من نوع ما ويبدو أن كل خلية تعرف مكانها ودورها في  
المجموعة الأكبر التي تشكل النسيج العامل وتقوم بمصنائه لذلك إذا  
قمنا بإعادة جميع المريج الصحيح من الخلايا المتفرقة ضمن سقالة  
تماثل بيئتها الطبيعية الثلاثية الأبعاد، فإن هذه الخلايا يجب أن تعيد -  
عزريا - تشكيل النسيج أو العضو الذي تنتمي إليه

إن سلسلة المواجه الميكرو التي حققها «فاكنتي» و«لانكر» في  
إعادة تكوين أجزاء من نسيج كبدي باستخدام حلايا كبدية اعتمادا  
على استراتيجية السقالة هذه، قد أدت منذ ذلك الوقت إلى انتشار  
التحارب التي تستند إلى هذه التقنية لإنتاج نسيج أخرى معقدة مثل  
عسلة القلب والأمعاء الدقيقة والعظام المتعددة mineralized bone.  
وحاليا الأسنان في عام 2000 بدأ العالمان «D» بيليك و«D» بارلت  
[من معهد فورسايت في بوسطن] بالعمل مع «فاكنتي» للتحقق من  
جدوى هذه التقنية في تصنيع الأسنان الحية، وذلك بالتركيز على  
الضائير التي تشابه الإنسان، لأنها تنتج مجموعتين من الأسنان

خلايا سنية ملحومة من حناير يانعة، ثم يورها seeded على سقالة قابلة للتحلل  
(الخشخوش) الحيوي biodegradable scaffold وبراها بالتون الأزرق على طول  
حوافها بعد أسبوع واحد من الصيانة (أعلى اليمين) وبعد مضي 28 أسبوعا من  
النمو (أعلى اليسار) يرى أن السقالة قد تحللت وحل مكانها لب سني ومينا، وعاج  
جند في سلسلة من مثل هذه التجارب بحث في تقنية تشبه السن وسط النسيج  
الندوية وفي 15 إلى 20 في المئة من الأسنان الصغيرة لوحظ نضج صحيح لنسج  
سنية (أسفل اليمين) مما فيها سنية أولية للجدد تُعرف باسم غمد جذر فريش  
(ظهاري Hertwig's epithelial root sheath (HRS)) وفي حالات أخرى كانت بنية  
السن غير صحيحة أو غير كاملة (أسفل اليسار) ومع ذلك يبدو أن هذه الأسنان  
للعصمة تشكّل أن الخلايا السنية البعثة تستطيع أن تعيد تنظيم نفسها لتعطي نسجا  
سنية أكثر



صنع مراكب بحرية متينة والإبحار 50 ميلا. على الأقل، في مياه مفتوحة، وذلك يتوقف على مستوى البحر ويتوقف العلماء، في الغالب، على أن أي إنسان قادر على التعامل مع هذا الإبحار القذ لا بد أنه كان حشيشا تماما وفي كهف قفرة فلسطين، اكتشفت عـ هوفرز، (من الجامعة العبرية بالقدس) ورفيقها نسات من قطع أكسيد الحديد الأحمر قرب قبور الإنسان العاقل التي تعود إلى 92 000 سنة خلت ويعتقد هؤلاء أنه جرى تسخين كميات من الأصبغة النباتية أو الحيوانية في مواقد للحصول على لون قزمي لاستعماله في الطغوس لأحذابهم

وتطرح مكتشفات أخرى السؤال عما إذا كانت الرمنية مقصورة على النوع البشري الحديث تشريحيًا إن مواقع اليناندرتالين تحوي عموما شواهد على عمليات تصنيع منهجية لأكسيد الحديد، ويبدو أنه عندما قارب حكمهم لأوروبا على نهايته في بولكرو العصر الباليوليثي الأعلى صاغوا ثقاليديهم الثقافية الخاصة بهم فيما يتعلق بتصنيع لرنسب لصبغة، وهدد خصمه بوث صخب، اكتشاف اسنان مثقوبة وأشباه أخرى وُجِدت في مواقع مثل Croix de Renee و Quinçay Arcy-Sur-Cure [انظر ص من هم اليناندرتالين؟]، الصعدان 9/8 (2003)، هن 74] ثم إن اليناندرتالين كانوا أيضا يفتنون موتاهم هذا ويبدو نقاش حول الطبيعة الرمنية لهذا السلوك في هذه الحالة، لأن القالب كانت تنفجر إلى سطح توضع فيها بيد أنه في الشهر 2005/4،

الذي انعقد فيه الاجتماع السنوي لجمعية علم الإنسان في العصور الجيولوجية السائلة، قدم د كرايك [من المتحف البريطاني] تقريراً ذكر فيه أن الليكروسكوبية الرمنية "للكثار التي وُجِدت في مايو كراينا الصخري" بـكروانيا تدعم الفرضية القائلة بأن اليناندرتالين كانوا ينظفون عظام موتاهم، ربما كان ذلك نوعاً من الطغوس التي يمارسونها قبل الدفن، وليس نزع لحوم الموتى بغية أكلها

ربما نشأت وتطورت القدرة على التفكير رمزيًا لدى اليناندرتالين ولدى الإنسان العاقل الحديث تشريحيًا كل على حدة وقد تكون هذه القدرة برزت قبل أن تنطلق هاتان المجموعتان في مسارب تطوري مختلف مفصل الآخر بعد ذكرهما سلف بدائي مشترك ويقول «حوايته في هذا السياق» «أنا لا أستطيع إثبات ذلك، لكنني أراه على أن الإنسان البدائي الذي عاش قبل نحو 400 000 سنة كان قادراً على التفكير رمزيًا»

ويقدّر ما يتعلق الأمر بـ«هشيلوبود»، فهو يراهن على أن

1) جوار تشغيل ملفات حاسوبية من النوع MP3 محمصة للأغاني وتبلغ ذاكرته 5 جيجابايت ويمكن ربطه بجهاز حاسوبي من النوع ماكنتوش  
2) جهاز تصوير رقمي  
3) هاتف خلوي  
4) كاميرا رقمية  
5) جهاز تحكم في سرعة  
6) جهاز تحكم في سرعة  
7) جهاز تحكم في سرعة  
8) جهاز تحكم في سرعة  
9) جهاز تحكم في سرعة  
10) جهاز تحكم في سرعة

يهبط شديد في درجات الحرارة ويقول «حوايته» إن استحلاص قدرات الناس مما علوه يمثل مسألة إشكالية جوهرية وهو يرى أن شعوب العصر الحجري الأوسط كانوا يملكون، دون ريب، القدرة الماعية التي تمكنهم من السفر إلى القمر لكن مجرد عدم فهمهم بذلك لا يعني أنهم لم يكتووا أشدنا معرفيا ويعبر «حوايته» عن هذا بقوله «في أي لحظة معطاة، لا يبدل الناس كامل طاقاتهم»

## تفكير رمزي<sup>1</sup>

إن لسؤال عن الرمن «أماكن والطريقة التي أصبح بها نوعنا البشري يتسم بالحدثة المعرفية هو سؤال معقد ويرد ذلك، في المقام الأول، إلى عدم اتفاق الخبراء على تحديد مكونات السلوك البشري الحديث، وهذا يتضمن باق المعاني، كلاً من أوجه الشكافة المعارف عليها في هذه الأيام - من الزراعة إلى جهاز iPod ولحبل التعريف أكثر فائدة لعلماء الآثار، كثر استخدام قائمة الخصائص السلوكية التي تميز العصرين الحجريين الأوسط والأعلى في أوروبا ويستعمل آخرون الثقافات المادية للقبائل المعاصرة وتلك التي كانت موجودة منذ عهد قريب، والتي تعيش على القصب وجمع الثمار، بوصفها مرشداً ودليلاً وفي نهاية المطاف، فإن اعتبار مجموعة من الآثار دليلاً على الحدثة أمر لا يتوقف على التعريف المفضل لدى مقب هذه الآثار

وإذا أخذنا هذا في الاعتبار، فإن بعض المبرر يؤيدون التركيز على نشوء، وتطور أهم سمة للمجتمعات البشرية الحديثة، ألا وهي السلوك الذي يدار بالترميز، ويتضمن اللغة ويؤكد «هشيلوبود» أن «القدرة على تخزين الرموز خارج الدماغ البشري، هو مفتاح كل شيء في هذه الأيام، فقد لا يكون نظام للاتصالات مستند إلى الرموز سلا كما على حدثة سلوك في أسود، كـ«كيلو» في هذا ما يبينه المثال التسماني<sup>2</sup>، لكن يبدو أن الباحثين، على الأقل، يميلون بوصفه سمة محددة للفكر البشري كما نعرفه، ثم ذكر السمة الحديثة الوحيدة له

وما يتبقى هو معرفة المسافة الزمنية التي يجب أن تعود بها إلى الوراء لمعرفة الوقت الذي نشأت فيه الثقافة المسيرة بالترميز وتجدر الإشارة هنا إلى أن المكتشفات التي وُجِدت خارج إفريقيا وأوروبا تساعد على إيصال هذا الموضوع فالشواهد المثيرة للحدث التي أتنا من المذوي الصخري في مالاوينا<sup>3</sup> "1" ونوالابلا<sup>4</sup> "1" في المنطقة الشمالية من أستراليا، مثلاً، توحي بأن البشر وصلوا إلى هناك قبل 60 000 سنة وفيغية الوصول إلى تلك القارة، التي هي جزيرة، كان يتعين على المهاجرين القادمين من جنوب شرق آسيا



## الأدوات التي استخرجت من بلومبوس أعقد وأكثر تطوراً من تلك التي تكتشف عادة في مواقع العصر الحجري الأوسط وتضم الأدوات العصبية مسندة الطرف مصقولة جيداً بأكسيد الحديد لتُحقَّ نغومة عالية





# إذا استطاع مهندسو النُّسج تصنيع أسنان بديلة حية ، فسوف يشقون طريقا لتصنيع أعضاء أكبر، في حين يقودون طب الأسنان إلى عصر الطب التجديدي

## حوار دقيق

يرى الأسنان التي صارت تسمح بها الأسنان والأعضاء الأخرى في طبو الحشرات وهي الحقيقة قد لا يشكر لطف. كما من التقليد لصمغي لهذه الطرود بشكل كبير وكلب رد د فهمنا بهذه المراحل المتكررة من النمو رد دت عرضنا في ترونه تسمح

www.Dr.org

www.Dr.org

www.Dr.org

بعد مضي سنة ستسبع من بداية العمل يكون أطول الحمار اليسرى كل من بوصة واحدة والكتار بعد واحد شكل شير ومع ذلك يكون قد حدث حوار صلبان ومستمر بين جالامه يمدى شكل سنان ويعود د ن بعد هذه الإنشابات في أسنانه هو من



السن المصنعة بأعم المشعرات cues لبناء العضو، ثم نترك انسيجية تقوم ببقاى العمل

مثلاً، إن معظم الأعضاء، ومن بينها الأسنان، تتكون من خلال تآثرات بين نوعين متممازيين من الخلايا الحبيبية هما ظهاري epithelial ومزئشيمى mesenchymal إن الخلايا الظهارية اللصوية في الجنين (والتي مقدار لها أن تبطن التجاويف العموية) ترسل أولى الإشارات المرضعة إلى الخلايا المزئشيمية (والتي سوف تنتج عظام الفك والنسج الرخوة) لتأمرها بالبدء بتكوين السن odontogenesis وما إن تتلقى الخلايا المزئشيمية تعليماتها الأولية حتى تبدأ بإرسال إشارات الرد إلى الخلايا الظهارية ويستمر هذا التبادل المتعاكس خلال تطور السن الحبيبية

في البداية، لا تكون السن المستقبيلة أكثر من تسحك في الظهارة اللصوية الجنينية ومع نموها، تبدأ الظهارة باحتراق النسيج المزئشيمى الذي يقع تحتها والذي بدوره يتكثف حول هذا البروز الظهاري مشكلاً برعماً سنياً tooth bud وذلك في الأسبوع السابع من عمر الجنين [انظر الإطار في الصفحة القابلة] ومع ازدياد اختراق البروز الظهاري فإنه يلفف حول النسيج المزئشيمى المتكثف ليشكل في النهاية بنية ذات شكل جرسى مفتوحة من الأسفل، وذلك في الأسبوع 14 تقريباً وأخيراً، فإن هذه الظهارة سوف تصبح اللبلاء الخارجى المرئى للسن التي ستبرز من لثة الطفل وذلك بعد ستة أشهر إلى اثني عشر شهراً تقريباً من الولادة، أما الخلايا المزئشيمية فإنها تكون قد شكلت الأقسام غير المرئية من السن كالكماج واللب السننى والملاط والرباط حول السننى الذي يربط السن بعظم الفك

حتى قبل أن تبدأ هذه السن بالتكون، فإن شكلها يكون مقرراً سلفاً عن طريق موقعها، حيث إن بعض الإشارات المرضعة التي أطلقها الظهارة والتي تُبدي تكوين اسن نُظم عمل مجموعة مهمة من الجينات في مزئشيم الفك، تُعرف بجينات (مورثات) الصندوق المنثني (أو صندوق الاستبدال) homeobox genes، تشارك في تحديد شكل وموقع الأعضاء والروائد في كل الجسم خلال النمو الجنيني ففي الفك النامي عند الإنسان يتم تفعيل جينات صندوق

## نظرة إجمالية/ أسنان من الطراز الحديث

- يعمل مهندسو النسيج على ابتداء أسنان تعويضية حية living replacement teeth
- مهندسين مهندسين بالطبيعة، حيث يحملون أنواعاً مختلفة من الخلايا على تشكيل عضو قادر على القيام بوظيفته
- تشمل الطرق المتكررة بناء أسنان من خلايا سنية موجودة، أو استبدالها من نسيج bone، bone tissue، وكذا الطريقتين استطاعت حتى الآن إنتاج أسنان سليمة المبنية
- بسنل الحشوات الخفيفة بمادة بديلة roots ووجدت المواد بدم
- كائنات ثلاثية لبرسة لصنعها لكن بطراً لتطور السريع في هذه التقنية قد تصبح أسنان أنابيب الأسنان 3D-printed teeth أول الأعضاء المصنعة

امتبدال محطلة في امكنة متباينة لتقود كل برعم سننى عبر مساره ليصبح رعى أو ضاحكا أو ناباً أو قاطما

وعلى سبيل المثال، تفعل الخلايا المزئشيمية في المواقع التي ستمتو فيها الأرباض "جينة تدعى Barx1. وفي التجارب على الحيوانات، فإن تفعيل هذه الجينة Barx1 على نحو خطأ، في مزئشيم يعطي قواطع في الأحوال العادية، يجعل هذه الأسنان تنمو بشكل رجا. ولما كانت أعداد على لزوم مسبو والحدكم في شكل السن مستحصر شيئاً أساسياً في تصنيع أسنان مهندسة فإن بإمكان العلماء استخدام شباط الجينات مثل الجينة Barx1 كواسمات markers تنبئية دقيقة للشكل المستقبلى حينما يبدأون باستحداث لأسنان في المختبر أول مرة

وعلى يدورنا، أن نؤمن الإشارات المناسبة للأسنان النامية في الوقت المناسب، فبعد الستينات بدأ باحثون مثل Shk كلاسنتون [من مختبر أبحاث Strangeways في جامعة كامبردج بإنجلترا] باستحداث إمكانية إنشاء أسنان من خلال التجريب على نسيج فارية وخلال العقود الثلاثة التالية أجريت دراسات كانت بمثابة بدور التطور للتجارب الحالية، تم فيها الجمع بين قطع صغيرة من ظهارة سنية ومزئشيم سننى من جنين فأر. وبعد ذلك تم تمثيتها في طبق مستقيث نسيجي أو زرعها جراحياً في جسم الفأر (القوي) fawn، هذه تستعمل لتجارب التي أعيد جمعها على الفئرية الموصية أظهرت هذه التجارب أن بداعات الأسنان الجنينية embryonic tooth primordia هذه يمكن أن تستمر في النمو مشكلاً الكماج واللبلاء كما لو أن ظهارة وميزئشيمه مازالتا في الجنين، إلا أن نموها يتوقف مبكراً ولا تكون الحبيبية في النهاية سناً مكتملة التشكل ويعود السبب في ذلك إلى أن شيئاً ما مفقود في البيئة التي تنمو بها

إن عوامل النمو والإشارات الأخرى اللازمة لاكمال تشكل السن في الجنين تأتي غالباً من نسيج الفك المحيطة بها. وهكذا يبدو أن الحل البسيط هو زرع بداعات الأسنان tooth primordia داخل الفك حتى يكتمل نموها عند تصنيع الأسنان البديلة، فإنه يجب، من الماحد المثالية، أن تُصم في موقعها الدائم حتى تتمكن من إنشاء ارتباطات مع الأوعية الدموية والأعصاب وأن ترتبط بعظم الفك إلا أن عظم الفك عند البالغ ذو بيئة مختلفة كثيراً عن تلك التي عند الجنين، لذلك فإن العلماء، غير متاكدين مما إذا كان عظم الفك عند

البالغ سيؤمن الإشارات الصحيحة للسن النامية

- وأكثر من ذلك، يجب أن يتم بناء بداعة السن من التراكيبية
- Overview: Creating Teeth (١٠٠٠)
- تطور العظام للتمتد - سواء الفؤرية أو العلمية المتخصصة - من تفسر لللفظ
- الجميع الوحيد الذي أورده هو «معجم اللغات العلوم والثقافة» السانبر homeobox
- يقول المعجم إن homeobox تسلسل دناوى يتألف من نحو ٥٠٠ زوج من قواعد شق بالقرب من طرق بعض الجينات التي تلجج من الاستعاضة عن بنية في الجسم بنية أخرى مختلفة ولكنها مماثلة وبناء على هذا
- عنصر - برحمتك للفظ إلى «مستشرق ثقافى (استمداد إلى حرفية اللفظ)، أو إلى صندوق الاستبدال للدلالة على ماهيته
- حمه رعى

(التحرير)

كيف تقوم الطبيعة بتصنيع سن

معا لتشكيل سم، ويوجه هذه العملية حوار جزئي مستمر بينهما ويدرس معبوس تصحيح هذه الأساليب، ثم كراجل منهم سمعوا، التلزمه بكل مرحله تقليديا عددى يقوموا دائما + سبب سببه نصيحه جنوب

قد يبدو السيس بسيطة من الخارج، ولكنها من الداخل أعجوبة بالغة الدقة في تصميمها وبنائها. ويستغرق نمو 14 شهر تكوّن عند أنثى البشري بعد زرعها مختبر من أنسج الجنينية embryonic stem primordia

مكثور العيسى

عن أبي هريرة ر. ق. ما رواه

قد وُجدت في الفسيفساء بعض خصائص بيئية هي: سبعة مساحات في كل واحد منسوبة حيث أن 10% كانت من مساحات كتلة  
مياه مغلقة، واستطاعت تصميمها بعض المهندسين البيئية، وهي سبعة أحواض في كل حقل من حقول المياه  
التي استلزمها على السحير الرئيسي للمياه، ومع أزيد من تقارب الطبيعة في الحقل الرئيسي، تصبح بعض  
في أنها الخاصة، ويكتشف حور، بينهم، واستُخدمت في إلقاء الضوء، تصبح بعض  
منه، كما أن السحير المكثف، ويضافه في مركزها، نبتة تدعى *Enallagma*، وهي الآن لأصغر السحير  
التي هي بوجه خاص من الحقل الرئيسي، وبمساحة هي 10% من مساحات السحير الرئيسي، ووجه  
التي *tooth germ* شكل جرس، يتشبه على حبالها، مشابهة تدعى الأرواحات المائية *amphibians* التي تتكون الحماض  
التي هي بوجه خاص من الحقل الرئيسي، أخرى تدعى الأرواحات المائية *amphibians* التي تتكون الحماض  
التي هي بوجه خاص من الحقل الرئيسي، أخرى تدعى الأرواحات المائية *amphibians* التي تتكون الحماض

م. ج. ط. ١٠٠٠

تعمدات و تعديلات

Figure 1

*As discussed previously*

تاریخ: ۴۵-۴۲ ق م

عن عبد الله بن مسعود قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "من أحب الله أحب الله وأهله وأرضه وأهله".

المجموعة الثمينة: 5 أسانم

4222

44

2

446

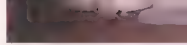
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### الشكل الدهاني للسن

تُعرف النسيج الحية على أنها عضو **organ** لأنها تشتمل على أنواع متعددة من النسيج، كل منها له وظيفة أساسية فائقة، والتي تساهم مع بعضها البعض في الحفاظ على بقاء الكائن الحي. على سبيل المثال، يتكون النسيج العضلي من خلايا متخصصة في الانقباض، مما يسمح للجسم بالحركة. النسيج العصبي يتكون من خلايا متخصصة في نقل الإشارات الكهربائية، مما يسمح للجهاز العصبي بالتواصل. النسيج الضام يتكون من خلايا متخصصة في دعم الخلايا والأنسجة الأخرى. النسيج الظهاري يتكون من خلايا متخصصة في تغطية الأسطح الخارجية للجسم. النسيج الدموي يتكون من خلايا متخصصة في نقل الأكسجين والمواد الغذائية. النسيج الغدي يتكون من خلايا متخصصة في إفراز الهرمونات. النسيج البطاني يتكون من خلايا متخصصة في تغطية الأسطح الداخلية للجسم. النسيج اللمفي يتكون من خلايا متخصصة في الدفاع عن الجسم ضد العدوى. النسيج الكبدي يتكون من خلايا متخصصة في إفراز العصارة الصفراء. النسيج الكلوي يتكون من خلايا متخصصة في ترشيح الدم وإزالة الفضلات. النسيج القلبي يتكون من خلايا متخصصة في ضخ الدم. النسيج الرئوي يتكون من خلايا متخصصة في تبادل الغازات. النسيج الجلدي يتكون من خلايا متخصصة في حماية الجسم من الجفاف والعدوى. النسيج العظمي يتكون من خلايا متخصصة في دعم الجسم وحفظ المعادن. النسيج الدموي يتكون من خلايا متخصصة في نقل الأكسجين والمواد الغذائية. النسيج الغدي يتكون من خلايا متخصصة في إفراز الهرمونات. النسيج البطاني يتكون من خلايا متخصصة في تغطية الأسطح الداخلية للجسم. النسيج اللمفي يتكون من خلايا متخصصة في الدفاع عن الجسم ضد العدوى. النسيج الكبدي يتكون من خلايا متخصصة في إفراز العصارة الصفراء. النسيج الكلوي يتكون من خلايا متخصصة في ترشيح الدم وإزالة الفضلات. النسيج القلبي يتكون من خلايا متخصصة في ضخ الدم. النسيج الرئوي يتكون من خلايا متخصصة في تبادل الغازات. النسيج الجلدي يتكون من خلايا متخصصة في حماية الجسم من الجفاف والعدوى. النسيج العظمي يتكون من خلايا متخصصة في دعم الجسم وحفظ المعادن.

(١) جرثومة *garm* نُسب من ينحني قد ينحول إلى عضو متغير، وتسمى أيضاً *aruma* (التحرير)

How Auburn Engineers &amp; Technicians...



خلال حياتها (البنيّة والدائمة)

إلى الدليل السابق الذي معاده أن الخلايا تستطيع أن تعيد تنظيم نفسها في تشكيلات تؤدي إلى تكوين الأسنان وأكثر من ذلك، لم يظهر أن هناك تأثيرات غير مواتية في الخلايا نتيجة إكثارها في المستنبت، وهي عملية ستكون أساسية في تصنيع الأسنان البشرية الترميمية لأن مهندسي النسيج سوف يضطرون على الأغلب إلى تصنيع السس التعويضية من عينات صغيرة من خلايا المريض ذاته وأخيراً، برهنت هذه التجربة على إمكانية تصنيع الإنسان عند موع ثائن من الثدييات (الأول هو الفئاري)، مما يعزز احتمال نجاح مثل هذه الطريقة عند الإنسان

على الرغم من أن فريق فورسايت كان قادراً على تصنيع معظم أنواع النسيج المطلوبة باستخدام خلايا من مصدر بالغ، فإن هذه النسيج قامت بتنظيم نفسها في مجموعات تشابه تلك الموجودة في السس الطبيعية في 15 إلى 20 في المئة فقط من عدد المرات لذلك فإن الفريق يتابع العمل باستخدام طرق أدق في وضع أنواع مختلفة من الخلايا السنية ضمن السقالات للحصول على أسنان ذات بنية أكثر دقة

وفي الوقت نفسه، يتحرى الفريق إمكانية أن لا تكون النسيج السنية الجديدة المشاهدة في هذه التجارب ناتجة من مجرد إعادة تنظيم الخلايا السنية غير المترابطة فحسب، بل لعل براعم الرعي الثالثة التي حصلنا منها على الخلايا التي بُذرت على السقالة قد احتوت على خلايا جذعية مخفية (وهي الأسلاف الفاعلة لأنواع الخلايا الأخرى) وهي التي كانت مسؤولة عن تشكيل السسيج الجديد وإذا صح ذلك فهو يعني أنه ربما يوجد خلايا جذعية سنية جديدة داخل الأسنان نفسها قادرة على إنتاج معظم أنواع النسيج السنية اللازمة لتصنيع الحيوي للأسنان، وأن هذه الخلايا موجودة على الأقل لفئة سن البلوغ المبكر عندما تنزغ أضراس العقل إن امتلاك البالغ لثل هذه الخلايا السنية الجذعية ذات الاستخدامات المتعددة سوف يؤدي بالتأكيد إلى تسريع الجهود المبذولة لتكوين الإنسان على السقالات، وربما تسهل أيضاً طريقة تصنيع الأسنان التي تتبعها مجموعة شارپ [في كلية الملك بجامعة لندن]

## إنتاج الأسنان من نقطة الانطلاق

بدلاً من محاولة بناء أسنان بالغة من خلاياها الأساسية المكونة، فإن أجناتا (شارپ) يتابع استراتيجية مبنية على محاكاة العمليات الطبيعية لتطور السن الجنينية والتي وصفناها سابقاً ومن حيث

Figure 9-10 © 2003

وقد اشترك أجناتا (يونك) في هذه التجارب، وفيها تم اشتقاق المادة الخام من الرعي الثالثة غير الباردة (ضرس العقل) لحزير عمره ستة أشهر وللحصول على مريج عشوائي غير متجانس من خلايا الطهارة الليبائية وخلايا مزنثيم اللب السني، تم تكسير أضراس الخزير إلى قطع صغيرة، ثم بعد ذلك أنبئت باستخدام الإنزيمات وجرى صنع سقالات على شكل أسنان من لدائن من الهوليستر قابلة للتدرك الحيوي، وتم تغليفها بمادة تجعل اللدائن لصيقة، بحيث تلتصق الخلايا بها، ثم بُذِر هذا المريج من الخلايا في السقالات، وزرعت هذه البُنى جراحياً داخل جرد عائل، حيث تم لها بالثروب amnium، وهو غشاء من مادة سما سحبة عى بالأوعية الدموية ويحيط الأمعاء، وهذه الخطوة مهمة لأن نسيج السن النامية تحتاج إلى تغذية دموية وفيرة تمدها بالعناصر الغذائية والأكسجين اللازم لنموها

في البداية وفرت السقالات الدعم والإسناد للخلايا، ولكنها ذابت فيما بعد، كما هو متربط، واستبدل بها نسيج جديد، وعندما فُحصت الزرعات بعد مضي فترة 20 إلى 30 أسبوعاً ظهرت بنى دقيقة تشابه السس ضمن حدود السقالات الأصلية، وكان شكلها وتصميمها يشابهان نيجان الأسنان الطبيعية [انظر الإطار في الصفحة القابلة] واحتوت أيضاً على معظم النسيج الذي تكون السن الطبيعية، مما يثبت لأول مرة أن الجيئا والماج واللب السني وما يبدو أنه ملامح جذور سنية في طور النمو، جميعها قابلة للتصنيع على السقالات

يبدو أن هذه الخلاط من الخلايا السنية تستطيع أن تعيد تنظيم نفسها على السقالات لتعطي تنسيقات تساعد على تكوين مبياء متعددة وعاج ونسج سنية رخوة وبالبطن، فإن التفسير الآخر المحتمل لهذه النتائج المثيرة هو أن التوزيع العشوائي للخلايا التي تم بذرها على السقالات لم يساعد على تكوين النسيج السنية إلا مصادفةً وأدراكاً قامت مجموعة فورسايت باختيار هذه الاحتمالات في دراسة جديدة باستخدام خلايا ظهارية ومرشمية سنية تم عزلها من أرجاء أولى وثانية وثالثة من جردان، ولكن هذه المرة تم تنمية الخلايا وإكثارها في مستنبت نسيجي لمدة ستة أيام قبل أن تُبذَر على سقالات وتُزرع في جردان عائلة وبعد مضي 12 أسبوعاً من النمو تم اقتلاع النسيج الناتجة وفحصها والعمرة الثانية شوهت بنى سنية صغيرة تتألف من مبياء، وعاج ونسيج لبني، تكونت ضمن السقالات الأصلية

كانت هذه النتائج الجديدة مشجعة لأنها أضافت بعض الدعم





شعرة ذلك قامت مجموعة «شارب» بقطع براعم سنينة من فبر ر جينية ثم زرعها في افواه فئران بالغة أجريت شقوق صغيرة في لسان لرحوة للعب العلوي لتفكر لسان في منطقة الفلج (الفرجة) diastema بين القواطع والأرواح، حيث لا يوجد أسنان عادة وتم إدخال بذات الأسنان الجينية embryonic tooth primordia في هذه الجيوب ووضع عليها لاصق جراحي بعد ذلك خضعت الفئران لحمية غذائية لينه ووضعت الزرعات تحت المراقبة بعد مضي ثلاثة أسابيع فقط كان بالإمكان تمييز أسنان يبرز في منطقة الفلج، وقد تكونت بالاتجاه الصحيح وكانت بحجم مناسب بالنسبة إلى الفئران، وقد ارتبطت بالعظم بنسج ضام رخو [انظر الشكل في الصفحة التالية]

وبشكل لافت للنظر، يبدو أن فم البالغ يستطيع تأدية بيئة مناسبة لتشكيل السن، وبذلك يتحقق أحد الإنجازات الثلاثة التي حددناها سابقاً على طريق تصنيع السن التعويضية ومع ذلك ربما مازال الطريق نحو تصنيع السن التعويضية المشورة تكتفه بعض الصعوبات

### نقطة الخلاقي

مقارنة بالجهود المبذولة لتصنيع أعضاء أخرى، فإن تصنيع الأسنان قد تطور بشكل واضح في زمن قصير ويبقى التحدي الكبير هو تطوير طرق بسيطة ويمكن التحكم فيها أما الهدف الثاني من الأهداف الثلاثة التي حددناها سابقاً، وهو القدرة على التنبؤ المسبق والتحكم في حجم السن وشكلها فقد أضحي قريباً فعند استنبات بذات الأسنان يمكن التمييز بسهولة بين جراثيمي (أروماتي) germs الرحي والسن القاطعة عن طريق شكلهما ونشاطهما الجيني على الرغم من أن التمييز بين الأشكال الأخرى المشاهدة في فم الإنسان كالضواحك والأنياب أكثر صعوبة إن الأسنان التي قامت مجموعة «شارب» بتكوينها انطلاقاً من بذات حسنة زُرعت في افواه فئران بالغة قد أظهرت اشكالا تناسب مواقعها الأصلي عند الحنين فمثلاً نمت بذات الرحي لتعطي سناً يشكّل رحي، ذلك أن الإنشازات التي تتحكم في شكل السن يتم تقييدها في المراحل المبكرة حداً من النمو الطبيعي للسن ومن ثم تكون جراثيمات (أرومات) الأسنان الجينية قد تمت برمجتها بالفعل إن مهندسي النسيج بحاجة إلى فهم أفضل لهذه الإنشازات البديعية التي تتحكم في الشكل من أجل تحريرها عند التصنيع الحيوي للأسنان في البشر

On the Cusp •

الوجود. فإن هذه الطريقة تتطلب فهم المبادئ الأساسية التي تتحكم في المراحل المبكرة لتشكيل السن وتتطلب أيضاً تأدية مصدر للخلايا لتقوم بدور الظهارة العموية الجينية والمزنيش الجينية وحتى تاريخه قامت مجموعة «شارب» بإجراء التجارب بصفة أساسية على خلايا الفأر، باستخدام كل من الخلايا الجذعية والخلايا العادية، من مصادر جنينية وكذلك من مصادر بالغة، لاختبار قدرة مختلف أنواع الخلايا على تكوين الأسنان البديلة في معظم الحالات بذات المصوغة بتجميع خلايا أرسينية في منبذ centrifuge حتى تشكل كتلة صغيرة مصممة ثم غطيت هذه الكتلة بالظهارة ووضعت في مستنبت لعدة أيام، في حين جرى رصد النشاط الجيني في نسجها بحثاً عن دلائل على بدء نمو الأسنان وبعد ذلك زُرعت بذات الأسنان هذه داخل أجسام حيوانات عائلة في مواقع تؤمن ثروة عموية مغذية، مثل كلية فأر، حيث تُترك للنمو لمدة 26 يوماً تقريباً

في سياق هذه التجارب، شوهد تكون واضح للسن ولكن فقط عندما أتت الظهارة من مصدر جنيني وأهوت تجمعات الخلايا أرسينية على جسم. بدلاً من ذلك، عندما حدث خلال حضانة من نقي عظام بالغ محل المزنيش العموي، أنتجت البنى الأولية المزروعة أسنان ذات بنية صحيحة وهكذا يبدو أنه يمكن للخلايا الجذعية للبالغ أن تحل محل المزنيش الجيني لتكوين أسنان جديدة

لسوء الحظ فإن سنوات عديدة من التجارب قد رسخت فكرة أن الظهارة الجينية تحتوي على مجموعة فريدة من الإنشازات اللازمة لتكوين السن والتي تختفي في الفم بعد الولادة وتستمر مجموعة «شارب» في البحث عن مجموعات من الخلايا البديلة قادرة على إعطاء النتائج المرجوة ويمكن اشتقاقها من مصدر بالغ ولا تزال استنتاج التي أنجزت باستخدام بذات الأسنان المصنوعة من التوكبية المزلقة من خلايا جذعية لبالغ وظهارة عموية جنينية مشجعة للغاية ومن الأمور المهمة أن هذه الأسنان كانت أيضاً ضمن المجال الطبيعي لحجم أسنان الفأر، وكانت محاطة بعظم ونسج ضام جديدين، وأظهرت أكر العلامات على تشكيل الجذور وكانت الخطوة القادمة هي معرفة ما إذا كان يمكن لمل هذه الزروع أن تُشكل أسناناً في الفم، ذلك أن العظم والنسج الرخوة والأسنان تنمو مع بعضها في فم الجنين بدون ضغوط خارجية، مثل تلك الناتجة من المضغ والكلام، في حين أن فك البالغ يتعرض لحركات عبيدة ودام الانشغال ولم يكن هناك من يمكنه التنبؤ بما إذا كان فك البالغ سيؤمن الإنشازات الضرورية للأسنان لكي تتكون وتندمج نفسها ضمن البيئة المحيطة مثلاً تقلل في الجنين

المرشمية من مصدر بالغ والمشتقة من نقي العظام (يمكن أيضا أن تكون مشتقة من نسيج شعبي) يمكن أن تحل محل النسيج المرشيمي الجيني في عملية تكوين السن. والآنزل إيجاد بديل للظهارة الجنينية وأجاء، على الرغم من وجود مراع عن اكتشاف خلايا جذعية عند البالغ في نسيج أخرى دات منشأ ظهاري كالجلد والشعر أن هذه الأنواع أو غيرها من حلالي الـ gene manipulation قد تُلدّت فاعليتها، ربما بمساعدة معالجة الجينات *gene manipulation* بهنّف

ومن بين المصادر العديدة المحتملة للصلايا يمكن أن تكون  
الإنسان نفسه هي الأكثر ملاءمة. ذلك أن نتائج أبحاث مجموعة  
فورسايت توحي بأنه قد يوجد داخل الس خلايا جذعية قادرة  
على تشكيل نسج سننية بما فيها المينا. وقد أظهر باحثون في  
أمريكا أخرى أيضا أن العاج ينسجها سننية أخرى يحدث فيها  
بعض التجديد الطبيعي بعد تعرضها لأذية ما، مما يدل على  
وجود خلايا سليمة قادرة على توليد تشكيلة من نسج السن  
ولهذا فس الوارد أن تتمكن يوما ما قريبا من صياغة أسنان  
جديدة من الأسنان القديمة

الحق لشار

Paul T. Sharpe · Conan S. Young

الثقافة منذ سنتين، في مؤتمر بحث في الأساس والعظام، حيث اكتشفنا أن لديهم  
مفهوم مشتركاً برز ركوب الدراجات الهوائية على الأراضي الوعرية بواسطة  
كرة القدم، على الرغم من اختلاف طرقها في التصحيح الرياضي للأسنان  
تأثيره وتأثير قسم التطوير اللغوي في مستشفى كاي بلنر، وفي أيسا  
استاد علم الأحياء، البريدي الفخري في كلية الملك بلنر، وفي عام 2008  
الشركة Oodhoo Ltd المختصة بالخدمات التي تقدمها لتكوين نظام  
والأسنان الإنسان عن محاكاة عمليات تنمونها في الجسم البشري وأما  
يوست فهو مدرس الميولوجيا التطورية والفيزيائية في كلية طب الأسنان بهارفرد،  
وهو من طراز العلماء في معهد فورتسايث ببريطانيا، حيث يعمل على تكوين أسنان  
جداً بريد على أسسها على أساسيات البيولوجيا (التطور) الحيوي.

سر الحی لیا<sup>۱۰</sup> سمعہ الرف

Tissue Engineering: The Challenges Ahead. Robert S. Langer and Joseph P. Vacanti. In *Scientific American*, Vol. 280, No. 4, pages 86-89, April 1999.

Tissue Engineering of Complex Tooth Structures on Biodegradable Polymer Scaffolds. Conan S. Young, Shin-ichi Terada, Joseph P. Vacanti, Masahiko Honda, John D. Bartlett, and Pamela T. Yelick. *Journal of Dental Research*, Vol. 81, No. 10, pages 655-700, October 2002.

Bioengineered Teeth from Cultured Rat Tooth Bud Cells: Monica T. Duallibi, Silvia E. Duallibi, Conan S. Young, John D. Bartlett, Joseph P. Vacanti, and Pamela C. Yelick in *Journal of Dental Research* Vol. 83 No. 7, pages 523–528, July 2004

Stem Cell Based Tissue Engineering of Murine Teeth: A. Dhazama, S A C. Madano, M. Itich and P T. Sharpe in *Journal of Dental Research*, Vol 83 No 2 pages 518-522, June 2004

The Cutting Edge of Hemmellan Development: How the Embryo Makes Teeth. Abigail S. Tucker and Paul T. Sharpe in *Nature Reviews Genetics* Vol. 5, No. 7, pages 499–508 July 2004

[illegible]

حتى هذا اليوم، لم تتشكل جذور للأسنان المصنعة في أي من طرق هندسة النسيج التي وصفناها والحقيقة أن كلا من تطور الجذور والنبهات التي تبْدُو بزوغ السن هما عمليتان معقدتان لايزال فهما لهما محدودا. إن الجذور هي القسم الأخير الذي يتشكل من السن ويكتمل تشكيلها خلال عملية البزوغ، وهناك حاجة إلى المزيد من الأبحاث لفهم الظروف التي تساعد على تشكيلها في الأسنان التعويضية والمجهول الآخر هو كم من الوقت ستحتاج الأسنان المصنعة عند الإنسان كي يتكامل تشكيلها في فم البالغ. إن الأسنان الدائمة عند الإنسان البالغ تبدأ أيضا بالتشكل عند الصبي مع ذلك تحتاج إلى سنت أو سبع سنوات حتى تَبْزُغ، و 20 سنة في حالة اضطراب العقل. إن خضرتنا في تصنيع الأسنان حيويًا عند الحيوانات توحي بأن السن البشرية المصنعة سوف تتشكل أسرع بكثير، ولكن لا تعلم ما إذا كانت ستحتاج إلى وقت أطول حتى تكتمل نمجها ويتقوى هيودها بشكل كامل.

أما بالنسبة إلى الإجزاء الثالث، فمن الطبيعي أن معظم الأبحاث المصنوع الحيوي للأسنان تسعى نحو إيجاد مصدر فعال وموثق من خلايا المرص مصنعة تستخدم كسند وبنية لهذه الطريقة تحجب الرضع المناعي. ولذا كان حجم الكبد وشكلها ولونها تعدد ورائيا هذين الأسان المصنعة حيويًا ستكون معاملة أكثر لأسنان المرص الطبيعية. وقد وجدت مجموعة مختبره أن الخلايا المصنعة

## أجسام نانوية

إن الأضداد، أو الرصاصات السحرية كما يتم وصفها غالباً، كثيرة الشبه بالدبابات فهي كبيرة ومعقدة وباهظة الثمن أما «الأجسام النانوية» البالغة الصغر، والمستقاة من الابل وحيوانات اللاما، فقد تكون قادرة على اختراق تحصينات مجموعة أوسع من الأمراض وتتكلف أقل وهذا على الأقل هو المأمول من شركة صغيرة حديثة الانطلاق في بلجيكا

«W» كريس

infection بالفيروس التنفسي المخفوي respiratory syncytial virus على سبيل المثال وفي أوقات أخرى يبالغ الجهاز المناعي في رد فعله، مثلاً يحدث في حالة رفض الأعضاء بعد زرعها وفي الربو كما أن الجهاز المناعي قد يهاجم عن طريق الخطأ خلايا الجسم ذاته، وعندما قد تسبب هذه الاستجابة المناعية بعيها أمراضاً تنكسية مثل التهاب المفاصل الروماتيزي ولسنوات عديدة، حاول صانعو الأدوية تطوير أضداد صناعية تستطيع أن تصحح - أو تلطف على الأقل - هذه الإخفاقات المناعية ولكن معظم المحاولات الأولى كان نصيبها الفشل وانتهت بنكبات مالية وفي العديد من الأحيان تلتها العام 1975 الذي شهد ابتكار طريقة لإنتاج بفعالات كبيرة من الأضداد المطلوبة أو «الوحيدة السليمة»، تمكن علاجي هذه العلاجات من اجتياز فحص إدارة الدواء والأدوية الأمريكية (FDA)

وانفجر المارز أخيراً في سنة 1997 وبحلول نهاية 2004 كانت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية قد أقرت 17 نوعاً من الأضداد العلاجية، بما فيها معالجات وأعدة لجميع الاعتلالات المذكورة أعلاه [انظر: رصاصات سحب تطلق من جديد، العدد 21 ص 12] وقد حثت الشركات الصيدلانية 112 بليون دولار من مبيعات هذه الأدوية في عام 2004، حسبما ورد في تقارير لشركة الاستشارة AS Insights

NANOBODIES

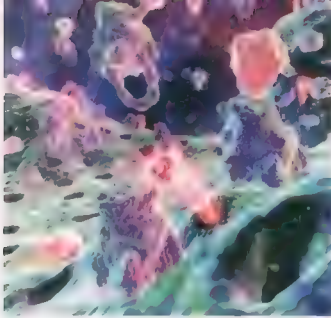
وكان من الممكن أن يبدو الهدف الطموح لهذه الشركة غير ذي جدوى لولا الإقبال الشديد الذي شاع مؤخراً في مجال المعالجة بالأضداد، والمشكلات التي مازالت تواجه الأدوية المتطورة المعقدة، ولولا ما لدى علماء «مشرك» سينكس من مصداقية في «أحد

البيولوجية العربية لفصلية أدل» وإذا استثنينا الدماغ، فإن أكثر أجزاء الجسم البشري تعقيداً دون شك هو الجهاز المناعي، والحمد لله على ذلك فبالعالم من حولنا عالم «تلهم فيه اليكثيرات الإنسان»، سلوه، تشكيلة لا تكاد تحصى من البكتيريا التي تتخذ منا أرضاً خصبة للكثير وأمام هذا الهجوم الضاري، تتولى الأضداد الدفاع عنا والأضداد هي بروتينات هائلة الحجم تصنعها الخلايا البائية في صلبها أخذ من المصادق models وتأخذ الأضداد شكل الحرف Y، وتسمى في الدم وفي السائل ما بين الخلايا، مفتوحة الذراعين ومستخدمة نوعاً من حس اللمس الكيميائي لاستجواب الجزيئات الأخرى التي تصادفها ولكل نموذج من الأضداد مهمة الخاصة به فهو يتجول بحثاً عن التوقيع المميز (أو البصمة الكيميائية المميزة) ليكرّب أو ليفلّ أو يستأجر allergen بعينه

وعلى الرغم مما تنقسم به دفاعاتنا المناعية من تعقيد، فمما نزال نمرض فليس ثمة قوى شرطة تبلغ حد الكمال فالجهاز المناعي في بعض الأحيان إما أن يكون بطيئاً جداً أو لطيفاً في رد فعله لانسراطات أو الضمخ

إن الشركة أبلينكس Ablynx، مثلها مثل العديد من شركات التقنية الحيوية، قد ظهرت نتيجة ثلاثي اكتشاف تم بمصادفة محضة، مع فرصة مواتية، إلى جانب طموح يشجارى حرد المألوف وتتحد الشركة مقر لها أحد المختبرات التي لا تكاد تفت النظر، ويتكون من طابقين في حرم جامعي خارج مدينة كنت Ghent في بلجيكا ويقتصر عدد العاملين في هذه الشركة التي مسمى على إنشائها ثلاث سنوات على 45 شخصاً فقط، منهم ثلاثة وثلاثين من العلماء والمهندسين الحيويين إن هؤلاء العاملين يشكلون أقل عدد ممكن لغايات المهمة التي تبغى ببساطة إيجاد أدق شدة من البروتين قادرة على أداء الوظيفة التي يؤتيها ضد antibody كمكمل العجم، ومن ثم تحويلها إلى دواء تقدر قيمته بـ 11 مليون دولار، أو حتى إلى ما هو أفضل من ذلك - تحويلها إلى أول دواء من مجموعة جديدة تماماً «الأدوية نانوية» nanobody drugs يمكن استخدامها في علاج السرطان والتهاب المفاصل الروماتيزي (الروماتيزم) وممرض التهاب الأمعاء inflammatory bowel disease، بل ربما أيضاً مرض الرايمز

ومع أن الشركة أبلينكس مدعومة ماليًا بحسب أربعة مليون دولار كمراس مال استثماري وشراكات مع كل من الشركة جينتكور والشركة بروكتور وكامبل ومجلس الأبحاث الوطني الكندي، فإنها تواجه مجازفات غير مضمونة على الأمد الطويل.



بما كان هذه أنواع من الأجسام المأمومة (اللور الأجسام) التي تخط على خلفية سرطانية (اللور الأصفر - اليرق) وقد تصمم بعض الأجسام المأمومة لكي ترتبط بمستقبلات على سطح الخلية، مماثلة تلك إشارات محفزة لنمو pro-growth (اللور الترنشالي) من الوصول إلى الخلية في حين يعنى لأجسام مأمومة أخرى أن تقوم بوصول أعمال مشعة (لوراند الشديدة بالهراوات) إلى أهداف سرطانية

أما بالنسبة إلى سوق الأضداد الوحيدة (نسبة) (ويرمز إليه عادة اختصاراً MAbs) فلا يزال في مرحلة تكوينية سريعة النمو وجمالها، توجد العشرات من الأضداد الوحيدة النسيلة إما قيد التطوير أو قيد الاستخدام في التجارب السريرية وفي السنة الماضية (2004)، قدرت MAbs واشترت [من مركز دراسة التنمية الدوائية في جامعة تشنغ] أن 16 من هذه الأضداد الوحيدة النسيلة ستحور على موافقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية خلال السنوات الثلاث القادمة كما تتوقع سوق الأضداد MAbs أن تحقق بحلول عام 2008 مبيعات على مستوى العالم تقدر بنحو 17 بليون دولار

وحسب دكتور فاب، الرئيس التنفيذي للشركة أيلينكس، فإن شركته ربما سعى إلى إجراء أولى تجاربها السريرية في نهاية 2006، فربما تصبح إلى أن تعطى بشرية صغيرة من تلك الكثرة الكبيرة إلى الأجسام المأمومة nanobodies - وهي بروتينات بسيطة نسبياً يقارب حجمها عشر حجم الأضداد ويبلغ طولها بضعة نانومترات فقط - قد تنتج منها يوماً ما أدوية جديدة لمرض الزهايمر وأمراض أخرى وتعتمد على الأضداد المتوافرة حالياً معالجتها ولكن هذه الاستراتيجية لم تكن الاستراتيجية الاقتصادية التي اختارها (فاينك) وبدلاً من ذلك، وجه (فاينك) العلماء الذين يعملون معه إلى تخليق أجسام مأمومة تقوم بالعمل الذي تقوم به أكثر الأضداد ميماء، ولكن بشكل أفضل

## مناخ مع الأضداد

وبالنسبة إلى هذا الموضوع هناك بلا شك مجالاً للتحسين ولكن رغم ما تعد به الأضداد الوحيدة النسيلة، حسبما يشير Dr. دواردي (المدير العلمي في الشركة أيلينكس)، فإنها ستظل أدوية باهظة الثمن ومربحة ووفقاً للشركة سيكون الحل

الفران وراثياً، بحيث تنتج أضداداً بشرية تقريبية بشكل مباشر

إن عملية الانتقاء هذه تقلل التأثيرات الجانبية الخطيرة المحتملة التي غالباً ما تولد نتيجة للعلاج بالأضداد عندما يستنبت جسم المريض الأضداد الوحيدة النسيلة كخبرة أحباب فيشن هجوماً مضاعفاً ضد الدواء ولكن عملية الانتقاء غالباً ما تحتاج إلى عدة أشهر من العمل التقني الرفيع المستوى كما أن الجزيئات الضخمة الباهظة تكون معقدة بحيث لا يمكن تصنيعها بكميات كبيرة، فإذن هذه الجزيئات الضخمة يجب أن تفي في أوعية مفاعلات حيوية تحتوي على خلايا من الثدييات، سبق أن تمت هندستها وراثياً، بحيث تجعل الحينات المتعددة اللازمة لصنع ضد واحد

غير أن مستنبتات خلوية من هذا النوع لا يمكنها أن تبلغ بسهولة مستوى الإنتاج بالجملة متكلفة إنشاء وتشغيل معامل الأضداد الوحيدة النسيلة أكبر بكثير من تكلفة إنشاء وتشغيل منشآت اصطناع حيوي كيميائي أو جزيئي من حجم مشابه كما أن شركات الأدوية لا بد لها من أن تضمن على سبيل المثال، أن لا لديها من أوعيه

The Trouble with Antibodies

الصحية Medco Health Solutions فإن تكلفة توفير الدواء لمعالجة مريض واحد مصاب بالربو باستخدام ضد زولير Xolair تبلغ نحو 11 000 دولار أمريكي في السنة كما تبلغ تكلفة معالجة التهاب المفاصل الربياني بشماني حقن من Remicade نحو 4600 دولار أمريكي، وتقيد تكلفة العلاج لمدة سنة بدواء Herceptin (وهو ضد يعالج به السرطان) على 18 000 دولار أمريكي

ويهود كون الأضداد الوحيدة النسيلة باهظة التكاليف إلى حقيقة أنها شديدة التعقيد ووفقاً للمعايير الجينية، فإن الأضداد تعتبر عمالقة، إذ يتكون كل ضد من كتل سلسلتين بروتينيتين ثقليتين وسلسلتين خفيفتين، هذه السلاسل الأربع تتطوى على نفسها بشكل بالغ التعقيد وتزين سكريات مكملة [انظر الإطار في الصفحة 67]

ولصنع دواء من الأضداد الوحيدة النسيلة (MAbs) غالباً ما يبدأ العلماء بضد تم عزته من أجسام الفئران ومن ثم فإنهم يؤسسون humanize الجزيء على طريق مصاوغة الجينات التي تكوّنه بخصية تبديل بعض البروتين أو جميعه ببتاليات من حموض أمينية متنسخة من أضداد بشرية (وكبدل لذلك فإن بعض الشركات عدت إلى هندسة

فيها ولكن شيف الأضداد لا يمكنها أن تُجَنَّد مكونات أخرى من الجهاز المناعي مثل الخلايا القاتلة مثل الطريقة التي تقوم بها الأضداد الكاملة الحجم، لأن هذه الشداف لا تملك الجذع الهيرثيني الذي يقوم بمهمة التحديد هذه

ولكن هناك نقطة لصالح شيف الأضداد Fabs، حيث إنها يمكن أن تصنعها البكتيريا أو الخمائر أو الفطور وذلك أقل تكلفة من تصنيع الأضداد الذي يتم عن طريق خلايا الفئران أو الهامستر hamster إضافة إلى كون شيف الأضداد Fabs هذه تستطيع التسلل إلى مراكز الالام، وكون مسهفسي الجرثيمات يستطيع جعلها تحمل أمحالا سامة (مثل النطائر المشعة أو أدوية العلاج الكيميائي) وتوصلها إلى السج المرضية مباشرة

وفي المقابل، تميز شيف الأضداد Fabs في منعك أو ترسيخ ومطر - حرج - أخرى أصوي بساعة يد فار عسر النصف البقل الخاص بها يبلغ عادة مجرد ساعات، بدلا من الأسابيع التي تستطيع الأضداد الكاملة الحجم البقاء، جلالها داخل الجسم البشري وقد تكون التصفية السريعة مرغوبيا فيها لأجل إبطال ذيفان ما إلى داخل الجسم، ولكنها تعتبر سيئة من أجل أدوية أخرى كثيرة وإلى الآن، لم يصل إلى السوق في الولايات المتحدة إلا دواء واحد حص شيف لأضداد Fabs، وكان ذلك قبل أكثر من عقد من الزمن

لقد قامت بعض الشركات - كالشركة دومانتس في كمبريدج بولاية ماساتشوستس - بالمزيد من تشذيب شيف الأضداد Fabs بحيث لم تترك منها إلا ذروة واحدة من لسلسلتين المكونتين لها وهذه القطعة، التي تعتبر فريدة لكل نموذج من الأضداد تحتوي على الأصابع الكيميائية الحاسمة المعروفة بكونها المناطق المسعدة للتفاعلية

for primary immune response. The

التي تحدد الهدف الذي سيتعره الضمد (والهدف في هذه الحالة هو مستضده)، كما تحدد درجة الإحكام التي سيرتبط بها الأثنان عندما يتقابلان وتكون الأضداد النطاطية domain antibodies - جسما يحلو للشركة دومانتس أن تطلق على بروتيناتها - معادلة في الحجم للأجسام الذابوية التي تصنعها الشركة أليبيكس

وهكذا قمى الحسابات التي لا تعمل الأضداد الوحيدة النسيلة بشكل جيد، وحتى بالنسبة للحالات التي تصلح فيها، فإن شمة بروتينات أصغر وأبسط قد تؤدي الوظيفة نفسها بشكل أفضل وتكون في الوقت نفسه أسهل صنعا وأبسط تداولا وأسطفي طريقة إعطائها للمرضى، مما يجعل هذه البروتينات الصغيرة ميسورة التكاليف، أكثر مما سواها وقد سبقت هذه الفكرة اختراع الأجسام الذابوية سنوات عديدة منى اثمانيات من القرن الماضي، بدأ مهندسو البروتينات بإجراء التجارب على شيف fragments من الأضداد ثم الحصول عليها عن طريق قطع جزء أصغر من سلسله شيف شكل الحرف Y، أو عن طريق قطع الذراع واحد من الذراعين، تاركين ذراعاً واحدة للقيام بالمهمة الكيميائية للضمد

وعلى غرار الأضداد MAbs الكاملة الحجم تستطيع شيف الأضداد هذه (والتي تطلق Fabs) أن تعالج الأمراض عن طريق الارتباط بالديفانات أو العوامل المرضية أو الإشارات الخلوية الزائدة أو عن طريق التآبط بالمستقبلات بحجم أصي يحول عليها تلك الحركات غير مرغوب

صحة لى تصاب بمرض من فيروس يمكن أن يتلف الخلايا الشمية أو يلوث الأضداد ويستتج تحليل حديث أجراه C. M. فياء [من مجلة كمبريدج للمشورة حول التقانة الصحية Cambridge Health Care] أن الطلب على الأضداد الوحيدة النسيلة سيقول على الأغلب الطاقة الإنتاجية لمدة سنوات عديدة وتتضاعف جميع هذه العوامل في رفع سعر العلاجات بالأضداد

ويفرض الحجم الكبير للبروتينات حدودا عالية وطبية فدرجات الحرارة المرتفعة والاس الهيدروجيني (pH) للظروف يجعلان الأضداد الوحيدة النسيلة تتفكك كما أن صلاحية هذه الأجسام تنتهي عادة في غضون أسابيع، لم تكن تحرق في درجات حرارة تقارب درجة التجمد، وهي أيضا - أي الأضداد - تُخضع سرعة في الجهاز الهضمي وتضيع من مرور سماع وسعى محبوسة في محيط الأورام الصلبة، وبدل من كثيرا من الأمراض لا يمكن علاجها بالأضداد الوحيدة النسيلة، هذا إضافة إلى أن مرضى AIDS يمكن أن يتلقوا علاجاً بهذه الأضداد، إذ لم يكن من يتلقوا غير لجنى في عمارة و مستسقى



يقوم حيوان الأما هذا في أحد مختبرات الشركة أليبيكس بتصنيع أنواع ضهير مختلفة من الأضداد كثر، وهو أصغر من تلك عادة صام للجسم البشري

## البنية التشريحية لأحد الأضداد<sup>(1)</sup>

تتشكل ملايين الأضداد من الأضداد البشرية البنية الأساسية ذاتها. سلسلتان بروتينيتان كبيرتان (أو ثقلتان) وموصلتان بسلسلتين صغيرتين (أو خفيفتين). وفي قمة الذراعين يوجد زوج من القطع المتقاررة التي تميز كل نموذج من نماذج الأضداد وتحدد الهدف الذي سترتبط به هذه الأجسام. ويكون الجسم الناتج هو الجزء المتفاوت من القصد الخاص بالجمل والذي يفقد السلاسل الخفيفة. وهو يقارب عُشر القصد في الحجم.



وكما يشرح «موليديرمانس» [وهو عالم أحياء متخصص بالبروتينات في الجامعة الحرة ببروكسل] فإن البروتينات الطاقية تطورت كقطع من أضداد مزبوجة السلسلة، تقوِّمها حجما بكثير، مما جعلها بطبيعتها تميل للاتصاق ببعضها. ولذلك فإن شغلها تنكس معا داخل البكتيريا التي تصنعها، وكذلك في داخل أجسام المرضى الذين يأخذونها كدواء. ويقل تلاصق الجزيئات هذا من حصيلة إنتاجها كما يعيق أداء عملها.

## من الجمل العربي إلى الدواء<sup>(2)</sup>

بينما يواصل علماء الكيمياء الحيوية محاولة إعادة هندسة شغل الأضداد لحل هذه المشكلات، تقوم الشركة أيلينكس باستغلال بديل قدمته الطبيعة. ففي عام 1989، كان «موليديرمانس» ضمن مجموعة من علماء الأحياء بقيادة «هامرس» [من الجامعة الحرة] قامت بدراسة ملاحظة غريبة تم تقديمها كجزء من مشروع أعد أحد الطلبة حول الكيفية التي تعارب بها الجمل العربية (ذات السمات الواحد) والجواميس المائية الطفيلية. فقد بدأ أن تنتاج أحد الفيروسات الخشيرة التي أجريت على الأضداد في دم الجمل العربي خاطئة؛ فإضافة إلى الأضداد المعتادة ذات السلاسل الأربع، أشار الفحص إلى وجود أضداد أبسط منها تتكون من زوج من السلاسل الثقيلة فقط.

وبعد بضع سنوات من البحث، قام «هامرس» و«موليديرمانس» وزملاؤهما بنشر اكتشافهم التصادفي في مجلة نفثشر Nature عام 1993. وأظهر هذا الاكتشاف أن نصف عدد الأضداد التي تترك في دماء الجمل العربية (وفي دماء الجمل الآسيوية ذات السماتين وحيوانات الألبا في أمريكا الجنوبية) تفقد سلسلة خفيفة. كما وجد هؤلاء العلماء فيما يماثل هذا الاكتشاف مناعة للدمشة، أن بإمكان هذه الأضداد الناقصة incomplete antibodies أن تحكم قبضتها على أهدافها بنفس عزم الأضداد العادية رغم أنها لا تملك إلا نصف عدد المناطق المحددة للتنمية CDRs التي تملكها الأضداد العادية. وبخلافه للعالم عند شغل الأضداد Fabs فإن الأضداد المكونة من

الجبية (VIB) في بلجيكا أن هذه المركبات تحتفظ بفعاليتها أثناء مرورها خلال المسك المعدي المعوي للفئران، مما يعزز من افاق ظهور جبات براء تحتوي أجساما نانوية لعلاج مرض الأمعاء الانتهابي وسرطان القولون وغيرها من اضطرابات القناة الهضمية.

ولما كانت الأجسام النانوية أبسط بكثير من الأضداد في التركيب الكيميائي والشكل، فإنه من الممكن تكوينها من قبل جينة واحدة، ويسهل على الجراثيم اصطناعها. ففي عام 2002، قام بيولوجيون [من معهد يونيفيرس للأبحاث في هولندا] بتخصيص أكثر من كيلوغرام واحد من الأجسام النانوية، وذلك من صهرج معياري سعة 15 000 لتر ملو. بالفصيرة (وهي حصيد إنتاج تقدر بنحو 67 مليغراما لكل لتر). في حين قدم علماء الشركة أيلينكس تقارير تفيد بأنهم حققوا حصيدا تزيد على غرام واحد من الأضداد لكل لتر من مستنبت الضميرة، وهذه معدلات إنتاج تفوق بشكل كبير معدلات الإنتاج النعمية الخاصة بالأضداد الكاملة الحجم.

ويقول «فان هاورميرين» [الذي يدير التطوير التجاري للشركة] «هذا إضافة إلى أن الأجسام النانوية التي نتجها ثابتة التركيب في درجة حرارة الغرفة وذات عمر

سلاسل ثقيلة فقط لا يلتصق أحدها بالآخر. أما ماذا تختلف أنواع فصيلة الإبل عن بقية الثدييات فإنه يبقى لغزا يبحث عن حل. ولكن ربما كان التطور قد قدم عونا لحل بعض من أصعب المشكلات المتعلقة بالأضداد وأشدّها، فحينما قامت مجموعة المختبرات بتشذيب هذه الجزيئات المبتكرة وصولا إلى قطعها المتفاوتة والمتعززة فحسب، احتفظت هذه القطع بالفة تثير الحبوب قوية إزاء أهدافها، وتساوي فعليا ألفة أضداد كاملة تكبرها عشر مرات من حيث الحجم وكذلك كانت هذه البروتينات المختزلة أكثر رشاقة من الناحية الجزيئية وقادرة على أن تلحم بأهداف تتخسمن المواضيع الفعالة active sites للإنزيمات والصدوع في الأغشية الخلوية (التي تكون أصغر من أن تسمح لضد كامل بالمرور). وهكذا ولدت الأجسام النانوية، وأعقب ذلك بفترة قصيرة ظهور الشركة أيلينكس.

ولما كانت الأجسام النانوية أصغر بكثير من الأضداد، وكانت أيضا غير كارهة للماء، كيميائيا (متما في حال الأضداد النطاقية) فإنها تكون أكثر مقاومة للحرارة وإطفرات الأس الهيدروجيني، حسبما يقول «موليديرمانس». وقد أظهر «رويتز» و«فريتش» [من معهد فلاندرز للتلقة

From Crenology to Drug (v)  
Antibody of an Antibody (vv)

## بناء الأضداد و الأجسام النانوية

وفقاً للعلماء في الشركة (أليكنس)، فإن تخليق جسم نانوي فعال يتطلب وقتاً ومالاً أقل مما يتطلبه ضدٌ علاجيٌّ ما، وفي كلتا الحالتين، فإن الجهاز المناعي للجهاز الحي هو الذي ينجح -التصميم المبدئي لبروتين يستطيع أن يعلق بالجزيء المستهدف- ومن ثم يقوم علماء الوراثة بوضع اللصقات الأخيرة على الدنا الذي يتكوّن هذا البروتين بغية إضافة الخصائص المرغوبة بها في دواء ما.

### 1 التمنيع

يحقن الباحثون فأراً بالجزيء، المستهدف فتقوم الخلايا البائية الخاصة بجهازه المناعي بتوليد أضداد تتعرف هذا المستضد.

### 2 الدمج والانقضاء والموت

ومن طريق مزج الخلايا البائية (اللون الأزرق) مع خلايا سرطان نلوي myeloma (اللون البرتقالي)، يمكن تكوين أورام هجينة (اللون الأرجواني) تنقسم إلى ما لا نهاية.

ويتم تحديد تلك الخلايا الورمية الهجينة التي تصنع المضد الصحيح وجري استازمها في مستنبت.

### 3 جني الأضداد

مستنبت  
يربط مضدقة (CDR)  
مستنبت فاري  
يفرز المستنبت نسخاً من المضد، بعد ذلك تنقيتها واختبارها

أضداد نانوية تقليدية

### 1 التمنيع

يتم تمنيع الجمال (أو اللاما) الذي يرود بدوره أضداداً عالية (التيمن) وأضداداً شعري سلاسل ثقيلة فقط (البسار)

### 2 الفزل والكفونة

انطلاقاً من عينة الدم، يحدد العلماء الخلايا التي تنتج الأضداد المختصرة على السلاسل الثقيلة والتي لها ألفة شديدة للجزيء، المستهدف، ومن ثم يحصلون على التتالي الدناوي للحمية التي تكوّن المضد.

### 3 الهندسة الوراثية (الجينية)

يقوم علماء الوراثة بتشتيب الدنا وصولاً إلى الجزء الذي يتنصر على تكوّن قطعة ثقيلة متغايرة واحدة - في الجسم النانوي. ويتم اختبار أشكال عديدة بعد إدخال فقرات بسيطة عليها بغية تحديد الشكل الأكثر نفعاً من الناحية الطبية

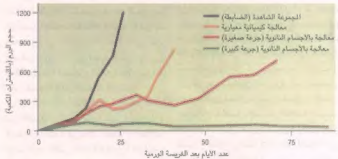
أضداد نانوية تقليدية

طريق تمنيع حيوانات اللاما بالمستضد المستهدف ومن ثم استخلاص الأضداد ذات السلاسل الثقيلة فقط من دماها. وبالنسبة إلى بعض الحالات، مثل الالتهاب الرئوي، يمكن استخدام هذا المضد بدون قزيين unadorned كدواء عبر اعتراض سبيل الإشارات الخلوية الضارة إما عن طريق الارتباط بجزيء الإشارة signal molecule أو عن طريق سطم clogging المستقبلات المسؤولة عن تلك الإشارات على سطوح الخلايا.

ومع ذلك، فإن واحدة من أكثر مزايا الأجسام النانوية قوة هي السهولة التيسية التي يمكن بها ضم البروتينات بعضها إلى بعض أو إلى أنواع مختلفة من المركبات، حسبما يقول «جو هارد»، الذي قام فريقه بربط أجسام نانوية مضادة للالبروتين بأجسام نانوية أخرى نوعية الهدف target-specific. وذلك لإزالة أعمار التصف الخاصة بها في

Constructing Antibodies and Nanobodies (x)

من تخليق الأضداد [إنظر الإطار أعلاه]. ويقول «إننا نستطيع أن ننتقل من مستضد مستهدف معزول إلى أجسام نانوية ذات ألفة عالية في غضون أربعة أشهر»، وذلك عن



ثم اختبار أجسام نانوية مضادة لسرطان على الفئران بعد حقنها بخلايا ورمية بشرية. وفي حين أدى العلاج الكيميائي المعياري إلى مجرد تأخير نمو هذه السوطانات، فإن الجرعات العالية من الأجسام النانوية أجبرت الأورام على الهجر (remission).

الحيوانات ونقص وزنها مثلما يحدث في جميع العلاجات الكيميائية. ولم تتفلسف أوراها إلا بدرجة صغيرة فقط. ولكن الأطباء أعطوا مجموعة أخرى من الفئران جرعة عالية من هذه الأجسام النانوية الثنائية الوظيفية مع الإنزيم الملحق بها، وانتظروا قليلا لإعطاء الفرصة للأجسام النانوية التي لم ترتبط بالمستقبلات لئيم ترشيحها إلى خارج الجسم، ومن ثم حقنوا طليعة الدواء. وكما كان متوقعا، فقد قامت الأجسام النانوية بتركيز العلاج الكيميائي على السرطان، متجنبين النسيج السليم فيما هي تقوم بقتل الأورام تماما.

ورأى حين تجسّس الأجسام النانوية التجارب السريرية، فإن أحدا لا يعرف ما إذا كانت ستعمل بالكفاءة نفسها لدى البشر مثلما تعمل لدى الفئران. ولكن إذا كان للأجسام النانوية نقطة ضعف قاتلة (بمثابة عقب أخيل) فمن المحتمل جدا أن يكون هو الجهاز المناعي نفسه. وقد استنسخ علماء الشركة أبلينكس طرقا لأجهزة الأجسام النانوية، وكشفت دراسات على قردة الريح baboons أن هذه الحيوانات لا تُثير استجابة مناعية على الهرمونات الضمنية الحجم المأخوذة من اللاما. ولكن حدي هارد يقر بأن الأجسام النانوية قد لا تكون قادرة على تفادي شبكة المراقبة الخلوية المعقدة التي تحمي البشر. وستحدث نتائج تجارب السلامة السريرية في السنة القادمة ما إذا كانت الأجسام النانوية ستستمر في التقدم بنفس السرعة الهائلة التي تتقدم بها حاليا أو أنها ستكون أمام تعقيدات الجهاز المناعي البشري. ■

#### المؤلف

W. Wayt Gibbs

كبير الكتاب في ساينتفك أمريكان

#### مراجع للاستزادة

New Directions in Monoclonal Antibodies. Mark C. Via. Cambridge Healthtech Advisors, October 2004. Available at [www.chadvisors.com](http://www.chadvisors.com)

Nanobodies as Novel Agents for Cancer Therapy. Hilde Reverts, Patrick De Baetselier and Serge Muylders in Expert Opinion on Biological Therapy, Vol. 5, No. 1, pages 111-124; January 2005.

Scientific American, August 2005

#### 4 الأنسفة



باستطاعة علماء الهندسة الوراثية أن يستنبطوا باجرا من الاضداد الغائرية اخرى بشرية (الكلون البروتيني). كما انهم يستطيعون أن يشيدوا ضد لتكوين ضد ذات ابعاد مختلفة.

#### 4 بناء بواء ضدي نانوي



يمكن لجينات الأجسام النانوية أن تُفسّر مع جينات لأجسام نانوية أخرى أو كيميائيات حيوية أخرى بغية استنباط أدوية يتم إنتاجها فيما بعد في مستنبتات البكتيريا أو الطعور أو الخمائر.

الدم إلى أساييغ. كما قام الفريق بوصول أجسام نانوية يصل عددها إلى أربعة، وذلك لتكوين تجمعات «مستعدة التكافؤ» يكون باستطاعة الجزيء الواحد منها أن يرتبط بأكثر من مستهدف أو أن يرتبط بأحد مستضدين مختلفين أو بكليهما معا.

وحديثا، قام كل من «ريفيستس» و«مويولدريمانس» و«دو بتسليير» (من معهد فلاندرز للثقافة الحيوية) بنشر نتائج مثيرة للإعجاب لتجربة قاموا فيها بتصميم أجسام نانوية لكي ترتبط بمستقبل على سطح خلايا سرطانية، وبذلك تلصق هذه الجزيئات بأي ريم تقابله في طريقها. ومصمم هؤلاء الباحثون مجموعة من هذه الأجسام النانوية، بحيث تكون ثنائية الوظيفة، وبذلك عن طريق وصل كل بروتين بلانزيم، وهنا يقوم هذا الإنزيم بتحويل مادة كيميائية أخرى (تسمى طليعة الدواء prodrug) من شكلها الطبيعي غير المؤذي إلى علاج كيميائي سام يقتل



## الاحتراق وصولاً إلى الصخر

قد تحترق الكواكب الغازية العملاقة ولا يتبقى منها سوى قلوبها الصخرية الصلبة.



قد تلتفد الكواكب الغازية العملاقة الغليظة الجوزية وتتمضمخ لنجومها، وتتحول إلى عوالم صخرية تسمى كوتونيات

الأصفر، أو تلك الكواكب التي هي أقرب إلى نجومها من أوزيريس.

ربما يؤدي هذا إلى طائفة جديدة من الكواكب - هي قلوب قاسية عبارة لكواكب عملاقة ماتت. وقد سمي الفلكيون هذه العوالم كوتونيات chthonians نسبة إلى الآلهة اليونانية البدائية التي كانت موجودة في العالم السفلي. وفي بحث سيئششر في الدورية *Astronomy and Astrophysics*، يذكر الفلكي L. ديزيتان، [من معهد الفيزياء (الأكاديمية) ومعاونوه، أن الكواكب الأربعة التي اكتُشفت حتى الآن قد تحولت إلى كوتونيات في المستقبل. ومع أن الكوتونيات هي بقايا عوالم كبيرة جداً، فإن كتلتها أكبر من كتلة الأرض بنحو 15-10 مرة فقط، وأقطارها أكبر من قطر الأرض بنحو 8-6 مرات. ويتصور «ديزيتان» أن درجات الحرارة العالية التي تصل إلى 1000 درجة سيليزية على سطح هذه العوالم، تجعلها تبدو مثل كواكب لابة lava planets. ويلاحظ «فيدال - ماججر» أنه إذا كانت الكوتونيات موجودة فعلاً «فمن المحتمل أن تكون أول كواكب صخرية تكتشف حول نجوم أخرى». (اكتشف منها ثلاثة كواكب في العقد الأخير من القرن الماضي. اثنان لهما كتلة أكبر من كتلة الأرض بنحو 4-3 مرات، وكتلة الثالث ضعف كتلة القمر. ومن المحتمل جداً أن تكون صلبة، لكنها جميعاً تدور حول نجم نباض pulsar).

ويرى الفلكي «د. برون» [من جامعة أريزونا] أن اكتشاف الكوتونيات سيساعد على الإجابة عن أسئلة تتعلق بتكون الكواكب. ويظن الباحثون أن العوالم تولد من أقراص من الغاز والغبار تدور حول النجوم. وينبع الرأي الأكثر شيوعاً إلى أن القلوب الصلبة تنكس من أقراص كوكبية بدائية. وتتملك سلوك البذور. إذ إنها تجذب الغاز نحوها لتنمو وتتحول إلى كواكب عملاقة. ويتسرح النظرية البديلة أن الكواكب العملاقة ربما لا تملك قلوباً جامدة، بل ربما يكون لها مراكز مائعة تكثف مباشرة من الأقراص الكوكبية البدائية دون أن تكون

قد تكون أول العوالم الصخرية التي تم اكتشافها وهي تدور حول نجوم أخرى. أقرب شبهها بجهنم منها بالأرض. ووجود مثل هذه الكواكب الغلظة بالمعنى البركاني (الغالب) lava، الذي قد يتبين أنه أمر عادي، سيجبر العلماء على إعادة النظر في النظريات المتعلقة بتكون الكواكب.

لقد اكتشف الراصدون منذ عام 1991 نحو 120 كوكباً خارج منظومتنا الشمسية، وقد كانت جميعاً، باستثناء ثلاثة منها، تبدو عملاقة غازية بسبب أحجامها الكبيرة وكثافتها المنخفضة. ومن اللئير للدهشة أن يكون نحو سمس هذه الكواكب «كواكب مشترية حارة» قريبة من نجومها، وجميعها أقرب إلى نجومها من قرب عطارد إلى الشمس.

بعض هذه الكواكب المشتوية الحارة تعيش قريباً جداً من نجومها، مما يسبب للمشكلات لهذه الكواكب. وفي عام 2003، وفر مقراب هبل الفضائي أول دليل على وجود غلاف جوي يتبخّر من واحد من هذه الكواكب b - HD 209458، الذي يدور حول نجمه على مسافة أقل من 1/20 من المسافة بين الشمس والأرض. والنجم يشوي الكوكب ويدفعه نحوه بفعل ثقاليته. وتكون النتيجة هي أن يغاث الكوكب ما لا يقل عن 10 000 طن من الغاز في الثانية. وهذا الغاز ينتشر على شكل ريشة ضخمة طولها 200 000 كيلومتر. وقد أطلق «د. فيدال - ماججر» [من معهد الفيزياء، والفلكية بياريس] غريفة البحث على عالم هذا الكوكب اسم «أوزيريس» Oiris نسبة إلى الآله المصري الذي ضُرب أشلاءً من قبل أخيه الشرير سيت Set.

لدى تأمل فيدال - ماججر وغريفة مصير أوزيريس، أجرى حساباً للمدة التي قد يعيشها هو وعملاقه آخر. وقد توصلوا إلى أن هذا الكوكب، الذي تعادل كتلته نحو 220 مثلاً من كتلة الأرض، يفرض سحباً ثقالياً قوياً إلى درجة تجعله قادراً على الاحتفاظ بجوهم إلى أن يموت نجمه. لكن الباحثين يعتقدون أن العمل الهائل للتبريد قد يسفر عن استبعاد جميع غازات الكواكب المشتوية الحارة

قلوباً صلبة. ولم يقرر العلماء نهائياً ما إذا كانت مراكز الكواكب العملاقة في نظامنا الشمسي ذات صلبة لا. واكتشاف الكوتونيات قد بثت صحة أحد هذين السيناريوهين للتكون الكوكبي.

ولدى مقراب المرصد الجنوبي الأوروبي في تشيلي فرصة ضئيلة للعثور على الكوتونيات في العام 2005، ذلك أنه يملك آلة جديدة قادرة على كشف كواكب كتلتها لا تتعدى 15 مثلاً من كتلة أرضنا، وذلك عن طريق اكتشاف شدات السحب التثاقلي الذي يحدث كل من هذه الكواكب في النجم الذي يدور حوله. وأفضل فرصة لاكتشاف الكوتونيات سيوفرها أول مجسّم فضائين يتمتّعان بدرجة من الصساسية تكفي لرصد كواكب بحجم الأرض، وهما: الساتل الفرنسي كوروت COROT الذي سيطلق عام 2006، والسفينة الفضائية كيبلر Kepler التي سيجري إطلاقها عام 2007 تقريباً. وقد تكشف ماثان البعثان اللقاب عن عدة عشرات من الكوتونيات، وربما يكون اكتشافها نتيجة مبررة أمام نجومها وإضعافها لسطوح هذه النجوم.

ويظن «برون» أن تكون هذه الكواكب النتمية إلى نظم شمسية أخرى قد لا تقتصر على الصخر. فإذا لم يُجرّد نجم كوكباً كوتونياً تابعاً له من غلافه الجوي، فإن الجلائد الموجودة في قلب الكواكب العملاق قد تظل موجودة تحت هذا الغلاف. ويقول «ديزيتان» إن الكوتونيات قد تدعم وجود حياة عليها، مع أنه يكاد يكون من المؤكد أن هذه الحياة سوف تكون «مختلفة جداً عن تلك التي نعرفها على أرضنا».

■ تشوي